Q
46
S6784
NH

S. I. LIBRARY

2 5
5 5 7
M. 16.

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE DE PARIS.

ANNÉE 1858.

EXTRAIT DE L'INSTITUT,

JOURNAL UNIVERSEL DES SCIENCES ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES
EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER.

1re Section.—Sciences mathématiques, physiques et naturelles.

Rue de Trévise, 45, à Paris.

506.44
S675
165792

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE
DE PARIS.

EXTRAITS DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

PENDANT L'ANNÉE 1858.

PARIS,
IMPRIMERIE DE COSSON,
RUE DU FOUR-SAINT-GERMAIN, 43.
1858.

SMITHSONIAN
LIBRARY

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE
DE PARIS.

SÉANCES DE 1858.

Séance du 2 janvier 1858.

BOTANIQUE. *Des hémicarpelles des Borraginées et des Labiées.* — M. D. Clos, professeur à la faculté des sciences de Toulouse, adresse les remarques suivantes sur la communication faite à la Société dans la séance du 31 octobre 1857, par M. Germain de Saint-Pierre. Dans cette communication M. Germain de Saint-Pierre signalait une intéressante anomalie que lui avait présentée un pied de *Myosotis cœspitosa* dont l'ovaire était remplacé par deux feuilles dépassant la corolle et dépourvues d'ovules (voy. *l'Institut*, n° 1245, du 11 novembre 1857, p. 374); et il accompagnait la relation de ce fait de réflexions qui sont l'objet de la note de M. Clos.

Malgré l'analogie de la forme de l'ovaire des Borraginées avec l'ovaire des Labiées, disait M. Germain de Saint-Pierre, *on continuait cependant à leur attribuer dans les traités descriptifs un ovaire composé de quatre carpelles :* j'ouvre, écrit M. Clos, la Flore de France de MM. Grenier et Godron (t. 2, p. 507) et j'y lis aux caractères de la famille des Borraginées : *ovaire supère, formé de deux feuilles carpellaires*(1). Dès 1836

(1) Il est vrai que plus bas ces auteurs ajoutent à tort selon nous : *fruit formé de carpelles secs*, etc. C.

M. Seringe considérait le pistil des Labiées et des Borraginées comme formé de deux carpelles (Voir son *Mém. s. l'embryon des Labiées*, p. 63 et 65 à la suite de la *Monog. du genre Scutellaria* par Hamilton), et nous-même, dans une note qui a été communiquée à la Société botanique de France dans sa séance du 10 juillet dernier, proposions d'appliquer aux parties du fruit des Labiées et des Borraginées le nom très convenable d'*hémicarpelles* créé par M. Seringe.

Aucun fait tératologique, ajoute M. Germain, *n'était venu démontrer d'une manière évidente la structure réelle de l'ovaire chez les plantes de cette famille* (les Borraginées). Or, dès 1851, M. Wigand, analysant un ouvrage de M. H. Schacht sur le microscope, s'exprime ainsi: *Quant aux Borraginées, je puis, d'après mon observation personnelle, établir la bipartition originelle de l'ovaire avec une cavité simple* (*Botan. Zeitung*, 9e année, p. 618(1); et, dans un nouveau travail, en date du 5 décembre 1856, sous ce titre: *Beiträge zur Pflanzenteratologie*, ce même botaniste décrit un *Symphytum officinale*, L., pourvu d'une corolle verte, d'un pistil à ovaire grossi, foliacé, biloculaire, avec deux ovules par loge. (Voir l'analyse de ce mémoire dans le *Bulletin de la Soc. bot. de France*, t. IV, n° 3, p. 227).

En ce qui concerne le pistil des Labiées, je crois avoir été l'un des premiers à démontrer la nature dicarpellaire de cet organe (Voy. *Bull. Soc. bot.*, t. II, p. 169). J'ai cité quelques anomalies présentées par les fleurs du *Stachys sylvatica*, L., dans lesquelles on voyait 6 hémicarpelles, tantôt libres, tantôt soudés 2 à 2 avec un style divisé au sommet en 3 branches. Cette communication provoqua la publication de faits du même genre dus, partie à M. J. Gay (*l. c.*, p. 170), partie à M. Germain de Saint-Pierre (*l. c.*, p. 258).

Depuis lors, de nouveaux individus spontanés de la même espèce m'ont offert quelques autres faits analogues que je crois devoir signaler.

On sait que les faux verticilles du *Stachys sylvatica*, L. sont de six fleurs, chaque pédoncule en portant une médiane et deux

(1) *Fur die Borageneen Kann ich nach eigener Beobachtung die ursprungliche Zweitheiligkeit des Ovariums mit einfacher Hœhle aussprechen.*

latérales. Or, dans un de ces verticilles, une des fleurs médianes avait un calice à 7 divisions et 8 hémicarpelles réunis en 2 groupes égaux et distincts ; l'autre un calice à 8 divisions et 5 hémicarpelles. Dans un autre verticille, une fleur médiane avait un calice à 9 divisions et au fond du tube 8 hémicarpelles en 2 groupes, les 4 de l'un étant plus petits que ceux de l'autre. Une fleur d'un autre verticille montrait un calice à 7 divisions et 7 hémicarpelles ; une autre encore un calice à 5 divisions et 8 hémicarpelles dont un plus gros occupant le fond du tube du calice, les 7 autres étant insérés sur les parois de ce tube. Dans un autre verticille, le nombre des fleurs était réduit à 5, l'une d'elles résultant évidemment de la confluence de 2 autres. Son calice subrégulier, campanulé, était à 10 divisions et offrait au fond du tube 8 hémicarpelles.

Dans tous les cas que je viens de citer la corolle et le style étaient tombés : cette coïncidence dans l'augmentation du nombre des hémicarpelles et des divisions calicinales est un fait qui mérite d'être noté.

Séance du 23 janvier 1858.

HYDRAULIQUE. — M. de Caligny communique des expériences sur le mouvement d'une nappe liquide relativement à un appareil de son invention dont la description a été publiée dans *l'Institut*, et sur lequel il donne de nouveaux détails.

J'ai communiqué, dit-il, en 1845, des observations sur la marche des filets liquides, d'où il paraît résulter qu'il suffirait pour l'écoulement de l'eau par un orifice disposé sur la paroi latérale d'un canal bouché transversalement, que cet orifice eût la même largeur et la même hauteur que ce canal, *dans certaines circonstances.* Cela semble d'ailleurs confirmer des expériences déjà anciennes sur le bélier hydraulique, pour lequel on a trouvé qu'il était inutile de donner à l'orifice de sortie en aval un diamètre intérieur plus grand que celui du corps de bélier. Ces effets, pour être bien compris, exigent quelques explications qui serviront à en montrer l'usage.

Les orifices dont il s'agit, pour les anciens béliers, étaient précédés d'une espèce particulière de renflement dont aucun ouvrage sur l'hydraulique n'a peut-être remarqué le genre particulier d'influence. Or il est essentiel de remarquer que si, en amont du genre d'orifices latéraux dont il s'agit, les filets liquides ne pou-

vaient pas s'infléchir d'une manière convenable, en vertu de cette espèce de renflement qui doit être par conséquent très utile, un orifice d'une section égale à celle du tuyau ou canal ne serait plus suffisant, à beaucoup près, pour débiter une quantité d'eau analogue à ce que débiterait un orifice latéral plus large.

L'auteur a disposé sur la paroi d'un tonneau un tube en zinc horizontal d'une longueur convenable et de vingt-cinq millimètres de diamètre intérieur. Un autre tube horizontal de même diamètre, bouché à son extrémité la plus éloignée, était successivement disposé sur le même axe à diverses distances du premier. On pouvait d'ailleurs le retourner pour présenter à la veine liquide sortant du tonneau l'extrémité bouchée par un plan. Quand on débouchait subitement le tube à l'intérieur du tonneau, le niveau du liquide baissait dans celui-ci. On mesurait avec une montre à secondes la durée de l'écoulement entre deux points de repère dont l'un était à seize centimètres au-dessus de l'autre. On a pu observer ainsi comment la résistance était modifiée par la distance à laquelle la veine liquide venait frapper un même obstacle, placé successivement à des distances diverses de l'extrémité extérieure du tube sortant du tonneau. Il en résulte qu'il ne suffit pas, à beaucoup près, que la section annulaire de sortie soit égale à la section du tube. Il ne suffit même pas encore que la section annulaire soit double ; mais, dans ce dernier cas, la résistance est déjà très diminuée. Enfin la durée de l'écoulement ne diffère plus que de quelques centièmes de celle de l'écoulement par le tube fixé au tonneau, l'autre tube étant entièrement ôté, quand ce dernier est encore à une distance du premier pour laquelle on observe encore un genre particulier de succion à *contre courant*, sur lequel repose l'appareil à élever l'eau de M. de Caligny, présenté à la Société le 2 novembre 1850, et pour lequel le jury international de l'exposition universelle de 1855 lui a décerné une médaille de première classe.

Cependant la veine liquide ne se dilate pas d'une manière brusque, dès le point où elle quitte le tube pour frapper en divergeant l'obstacle qui lui est offert, à une certaine distance pour laquelle la résistance est très diminuée. Mais on conçoit qu'il est utile que cette veine, avant de rencontrer l'obstacle particulier dont il s'agit puisse se dilater, selon certaines lois qui ne sont pas encore assez connues pour que l'on puisse donner exactement la

forme, analogue à celle d'un pavillon de trompette, que le tube pourrait avoir, si l'on voulait rapprocher l'orifice de sortie de l'obstacle dont il s'agit sur le pourtour duquel la veine doit diverger. Cela justifie jusqu'à un certain point l'espèce de renflement disposé en amont de l'orifice principal de certains béliers hydrauliques mentionnés au commencement de cette note, et pourra servir à lui donner une forme plus parfaite en montrant sur quel principe il doit reposer.

Mais c'est particulièrement au perfectionnement de l'appareil de M. de Caligny, qui a fonctionné à l'exposition universelle, que les observations précédentes sont applicables ; car elles montrent, dit-il, combien il est essentiel qu'un tube vertical mobile qui, dans ce système, est alternativement ramené sur son siége, en vertu d'une espèce particulière de succion à contre courant, puisse s'éloigner alternativement le plus possible de ce siége dans les limites où cette succion se fait suffisamment sentir. L'auteur, en présentant cette remarque, croit pouvoir conclure qu'en donnant au tuyau fixe de cette machine une longueur suffisante et en débitant des quantités d'eau convenables, il obtiendra un effet utile supérieur à celui qu'il a obtenu jusqu'à ce jour ; et que cet effet utile pourra atteindre un chiffre aussi élevé que celui de son moteur hydraulique à flotteur oscillant, reposant aussi sur un mode particulier de succion, mais dont les conditions sont très différentes, le but n'étant pas le même.

Dans la séance du 19 décembre dernier, l'auteur a signalé une propriété de l'appareil, objet de cette note, consistant en ce qu'il peut, dit-il, le transformer en machine pour les épuisements, au moyen des vagues de la mer, en rendant toutes ses pièces fixes. Il entre aujourd'hui dans quelques détails sur ce sujet. Il insiste particulièrement sur la manière d'obtenir une succion, au moyen d'une percussion de la manière la plus directe possible. Cela provient de ce que le mouvement des filets liquides peut occasionner une *non pression* en vertu de la forme des excavations qui peuvent être creusées dans les rochers, et de la forme convenablement disposée des bords à l'intérieur et à l'extérieur de ces excavations, d'où le liquide en mouvement doit sortir, en agissant sur des cours d'eau souterrains ou des tuyaux, par la force centrifuge résultant du mode de courbure des filets, même abstraction faite

de certains phénomènes analogues à ceux de la succion dans les ajutages.

Les observations relatives à ce système, considéré d'abord seulement comme ayant pour but d'élever l'eau au moyen d'une chute d'eau, ne doivent pas être nécessairement sans doute toutes appliquées, dans tous les cas, au même principe considéré comme moyen de faire des épuisements par l'effet de la percussion des vagues de la mer, ou des courants d'eau quelconques frappant des surfaces fixes convenablement disposées pour chaque espèce de courant. L'auteur présente quelques exemples de l'inflexion des filets liquides sur des obstacles dans les courants permanents, et annonce qu'il reviendra prochainement sur ce sujet, espérant d'ailleurs pouvoir appliquer son système à faire des épuisements dans les marais de la Camargue, quoique, en général, les flots de la Méditerranée ne soient pas très élevés près de cette localité.

La puissance des flots, même peu élevés, étant presque indéfinie, on conçoit que le problème consiste à trouver un moyen économique de les employer, tandis que, pour utiliser les chutes d'eau ordinaires, il faut plus particulièrement étudier les conditions qui permettent d'épargner le travail moteur.

GÉOMÉTRIE. *Sur la théorie des roulettes.* — Au nom de M. Mannheim, lieutenant d'artillerie, M. Catalan a communiqué à la Société la note suivante :

Théorème. « *Lorsqu'une courbe plane A C B roule sur une droite fixe E F, la roulette décrite par un point M, lié à la courbe roulante, a même longueur que la courbe G P H, lieu des projections du point M sur les tangentes à A C B.* »

Corollaires. I. *Le limaçon de Pascal*, lieu des projections d'un point d'une circonférence sur les tangentes à cette courbe, a pour longueur le quadruple du diamètre.

II. La chaînette, engendrée par le foyer d'une parabole qui roule sur une droite, est rectifiable.

III. La spirale logarithmique est rectifiable; car, lorsqu'elle roule sur une droite, son pôle décrit une ligne droite.

IV. Lorsque la développante d'un cercle O roule sur une droite, le centre O décrit une parabole. Par conséquent, le lieu des projections du point O sur les tangentes à la développante est rectifiable.

V. La courbe *élastique*, engendrée par le centre d'un hyperbole équilatère qui roule sur une droite, est rectifiable; car la lemniscate est rectifiable.

VI. La courbe décrite par le foyer d'une ellipse qui roule sur une droite a même longueur que la circonférence décrite sur le grand axe comme diamètre, etc., etc.

Séance du 6 février 1858.

CHIMIE. *Camphène.* —M. Berthelot a fait dans cette séance la communication suivante :

« Les relations qui existent entre l'essence de térébenthine et le composé cristallisé produit par son union avec l'acide chlorhydrique et désigné sous le nom de camphre artificiel ont été l'objet des recherches d'un grand nombre de chimistes. En effet, l'étude de ces relations paraît de nature à jeter quelque jour sur les phénomènes qui se passent dans la combinaison et sur la conservation plus ou moins complète des propriétés des corps générateurs au sein des combinaisons auxquelles ils donnent naissance.

» On sait que le camphre artificiel se produit avec une extrême facilité et que son pouvoir rotatoire correspond presque exactement à celui du carbure d'hydrogène au moyen duquel on le produit : ces faits et quelques autres avaient conduit à penser que le monochlorhydrate cristallisé était constitué par le carbure lui-même, uni à l'hydracide, sans être modifié.

» La formation constante et simultanée d'un chlorhydrate liquide isomérique, alors même que l'on opère avec un carbure homogène et défini par l'identité du pouvoir rotatoire des produits successifs de sa distillation, n'est pas un obstacle à la conclusion qui précède; car j'ai prouvé que le chlorhydrate liquide varie dans sa proportion et dans la valeur de son pouvoir rotatoire, suivant les conditions de l'expérience, ce qui autorise à l'envisager comme produit par une altération moléculaire du carbure générateur.

» Toutefois, les expériences par lesquelles MM. Soubeiran et Capitaine ont cherché à dégager le carbure uni à l'acide chlorhydrique dans le camphre artificiel n'ont pas confirmé les inductions relatives à la nature de ce carbure d'hydrogène. En effet, le carbure qu'ils ont obtenu en décomposant le camphre artificiel par la chaux est liquide (1) comme l'essence de térébenthine et iso-

(1) M. Oppermann avait obtenu dans cette même réaction un carbure fusible à 10°.

mérique avec elle ; mais il est privé du pouvoir rotatoire, ce qui l'en distingue d'une manière complète. Traité par l'acide chlorhydrique, il forme de nouveau et simultanément deux chlorhydrates isomères, tous deux privés du pouvoir rotatoire, l'un cristallisé et analogue au camphre artificiel, l'autre liquide. Ce carbure d'hydrogène n'est donc pas identique avec l'essence de térébenthine, et l'absence du pouvoir rotatoire ne permet pas d'admettre sa préexistence dans le camphre artificiel.

» Ainsi, le carbure d'hydrogène qui constitue l'essence de térébenthine, en traversant la combinaison, semble passer par une série successive de modifications isomériques, sans pouvoir être ramené soit au point de départ, soit du moins à quelque état fixe et déterminé propre à servir de base aux spéculations moléculaires.

» C'est cet état fixe que j'ai réussi à obtenir à la suite de mes recherches sur les états isomériques de l'essence de térébenthine.

» D'après ces recherches, l'essence de térébenthine et la plupart des carbures isomères sont modifiés soit quand on les chauffe isolément au-dessus de 250°, soit surtout quand on les porte jusqu'à cette température avec le contact du chlorure de calcium ou d'autres chlorures terreux ou métalliques. — Or, ces deux conditions défavorables se trouvent réalisées dans la décomposition par la chaux du monochlorhydrate cristallisé d'essence de térébenthine. Pour les prévenir, il semble nécessaire d'opérer cette décomposition à une température inférieure ou tout au plus égale à 250°, et au moyen de la potasse ou de la soude qui n'altèrent sensiblement l'essence, ni par elles-mêmes ni par les chlorures auxquels elles donnent naissance. Mais la potasse et la soude, chauffées en vase clos avec le camphre artificiel à une température voisine de 250°, ne l'attaquent que très imparfaitement, en raison de l'absence de dissolution réciproque. Les dissolvants communs généralement usités, tels que l'alcool et les corps analogues, ne sauraient être employés, car la potasse et la soude les décomposent au-dessus de 200° avec dégagement d'hydrogène.

» J'ai pensé que cette difficulté pourrait être tournée en employant comme dissolvant commun de l'alcali et du camphre artificiel un acide organique, c'est-à-dire en employant un sel de potasse ou de soude convenablement choisi. L'acétate de soude qui se présente tout d'abord ne peut être mis en œuvre ; car l'acide acétique modifie isomériquement l'essence dès la température de 100°, mais

on peut recourir soit au benzoate de potasse, soit aux sels de soude formés par les acides gras, c'est-à-dire au savon desséché. On obtient ainsi un carbure cristallisé, tout-à-fait analogue par ses propriétés au camphre artificiel dont il dérive, doué du pouvoir rotatoire et susceptible de s'unir de nouveau à l'acide chlorhydrique en ne donnant naissance qu'à un composé unique et défini, le camphre artificiel dont il dérive. Voici comment on opère : on chauffe le camphre artificiel avec 8 à 10 fois son poids de savon sec ou bien avec 2 fois son poids de benzoate de potasse dans des tubes scellés à la lampe, à une température comprise entre 240° et 250° et soutenue pendant 30 à 40 heures au moins. Après refroidissement, on brise les tubes et on introduit le contenu de consistance gélatineuse dans une cornue tubulée ; on distille jusqu'à ce que l'apparition de vapeurs blanches annonce que la substance grasse est sur le point de se décomposer. On redistille le produit volatil; on met à part les premières gouttes qui distillent vers 160°, et on recueille séparément ce qui passe ensuite jusque vers 180°. Ce produit se prend en une masse cristalline, soit immédiatement, soit au bout de quelques heures. On égoutte cette masse et on la comprime fortement entre des feuilles de papier buvard jusqu'à ce que le papier cesse d'être humecté. C'est le carbure d'hydrogène cherché, le véritable *camphène*.

Le camphène renferme C = 87,8 ; la formule $C^{20}H^{16}$ exige C = 88,2
H = 11,9 H = 11,8
99,7

Il est solide, cristallisé, doué d'un aspect et de propriétés physiques tellement analogues à celles du camphre que de prime abord il serait impossible de l'en distinguer ; son odeur est analogue, mais beaucoup plus faible, souvent masquée par des traces de produits odorants développés durant sa préparation. Il fond à 45° et bout vers 160° ; il se sublime à la manière du camphre dans les vases qui le renferment. Il dévie à gauche le plan de polarisation, mais dans une proportion beaucoup plus forte que l'essence de térébenthine, car son pouvoir rotatoire, déduit d'observations faites avec la solution du carbure dans 3 fois son poids d'alcool absolu, a été trouvé $[\alpha]r = -49°,1$. Celui du carbure principal défini que j'ai isolé de l'essence de térébenthine du pin maritime, correspondante au camphène, est égal à — 32°,3.

»On remarquera que le pouvoir rotatoire du camphène ne présente aucune relation simple avec celui du chlorhydrate dont il dérive; la relation que l'on avait cru remarquer entre le pouvoir de ce dernier composé et celui de l'essence est donc accidentelle. Du reste, un tel rapport ne se retrouve ni entre le pouvoir de l'essence du pin austral et celui de son chlorhydrate cristallin, tous deux lévogyres, ni entre ceux de l'isotérébenthine et de son chlorhydrate cristallisé, tous deux dextrogyres (1).

»Le camphène est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool ordinaire, très soluble dans l'éther et dans l'alcool absolu. Abandonné au contact de l'air pendant 4 ans, il paraît n'éprouver aucune altération et conserve ses propriétés, son aspect et son point de fusion normal. Légèrement chauffé il absorbe le gaz iodhydrique et forme un composé liquide, lequel ne renferme probablement qu'un carbure modifié.

» Le camphène agité avec de l'acide sulfurique concentré s'y délaye peu à peu avec une légère coloration jaunâtre ; bientôt surnagent quelques gouttelettes huileuses. Si l'on ajoute de l'eau au mélange, ou bien si on le broie directement avec du carbonate de baryte, l'odeur du térébène produit de modification moléculaire se développe aussitôt; il ne se forme pas de sel de baryte conjugué stable, mais on observe quelques indices de son existence éphémère.

» L'acide azotique résinifie le camphène, aussi bien qu'un mélange d'acide sulfurique et de bichromate de potasse; mais l'attaque du camphène par ces agents est plus lente et plus régulière que celle de l'essence de térébenthine.

» Si l'on considère les grandes analogies physiques qui existent entre le camphène et le camphre ordinaire, on peut concevoir quelque espérance de changer le camphène en camphre par une oxydation ménagée : je poursuis ces expériences.

» Le camphène se combine directement avec l'acide chlorhydrique à la température ordinaire et régénère le camphre artificiel; $0^{gr},261$ de camphre chauffés légèrement dans une petite cloche remplie de gaz chlorhydrique ont absorbé dans l'espace de quelques heures un volume de ce gaz pesant $0^{gr},0683$, c'est-à-dire

(1) Il est probable qu'il existe plusieurs variétés de camphène correspondantes à la multiplicité des camphres artificiels que je viens de rappeler.

26,2 p. 100. La formule $C^{20}H^{16}HCl$ répond à une absorption de 26, 8 centièmes.

» Le camphène dissous dans l'alcool puis saturé de gaz chlorhydrique se change entièrement en camphre artificiel, sans produire de combinaison liquide : ce caractère l'éloigne tout à fait de l'essence de térébenthine, laquelle forme dans ces conditions un chlorhydrate sesquicarburé, $3C^{10}H^{8},2HCl$, combinaison de bichlorhydrate cristallisé, $C^{20}H^{16},2HCl$, et de monochlorhydrate liquide, $C^{20}H^{16}HCl$. J'observerai que le camphène ne préexiste pas à l'état de simple mélange dans l'essence de térébenthine, dont l'acide chlorhydrique le séparerait sous forme cristalline en entrant en combinaison; car le pouvoir rotatoire du camphène est égal à 49°, celui du carbure principal défini contenu dans l'essence de térébenthine à 32°; et celui de l'essence brute très voisin de ce dernier nombre. La proportion du camphène mélangé avec le carbure principal ne pouvait donc être que très faible ; or 100 parties d'essénce peuvent fournir jusquà 110 parties de monochlorhydrate solide, ce qui répond aux 86 centièmes du poids de l'essence. Cette dernière proportion indique même que l'on ne saurait considérer le carbure principal comme formé par l'union intime du camphène apte à former un chlorhydrate solide avec un carbure isomère apte à former un chlorhydrate liquide ; car le rapport entre ces deux carbures devrait être au moins celui de 86 : 14=6 : 1, relation trop compliquée pour être probable.

» L'action de l'acide chlorhydrique sur une solution alcoolique de camphène est également contraire aux hypothèses précédentes.

» La transformation complète du camphène en monochlorhydrate solide ou camphre artificiel achève d'établir que le carbure est bien réellement la base de ce chlorhydrate : l'analyse et la synthèse concourent à une telle conclusion. Elle est appuyée d'une manière remarquable par la conservation du pouvoir rotatoire et par l'extrême analogie de propriétés physiques qui existe entre le chlorhydrate et le carbure d'hydrogène correspondant, et qui semble indiquer la permanence du groupement moléculaire du carbure au sein même de sa combinaison. »

— M. Berthelot a fait ensuite une autre communication relative à l'*action d'une dissolution alcoolique de potasse sur divers composés chlorés.*

L'action d'une dissolution alcoolique de potasse sur les compo-

sés chlorés a été jusqu'à ces derniers temps assimilée en principe à l'action d'une dissolution aqueuse de potasse, et les avantages que présente l'emploi du premier liquide ont été attribués uniquement au contact simultané de la potasse et du composé chloré au sein d'un même menstrue. Dans ces conditions favorables, le composé chloré peut perdre plus aisément tout ou partie de son chlore sous forme de chlore,

$$C^4H^4Cl^2+KO=C^4H^3Cl+KCl+HO$$

ou même l'échanger contre de l'oxygène :

$$C^2HCl^3+4KO=C^2HO^3,KO+4KCl.$$

mais l'alcool ne semble pas intervenir.

« Il n'en est pas toujours ainsi, dit M. Berthelot, et dans un grand nombre de circonstances, on peut reconnaître que l'alcool lui-même entre en réaction : tantôt il se combine à l'état naissant, tantôt il éprouve une décomposition complète.

» J'ai établi ce rôle de l'alcool en montrant que la transformation de l'éther bromhydrique en éther ordinaire, sous l'influence d'une solution alcoolique de potasse, n'est pas due à un simple échange du brome contre l'oxygène : $C^4H^5Br+KO=C^4H^5O+KBr$, mais à l'intervention chimique de l'alcool : en effet, le poids d'éther ordinaire formé est double de la proportion indiquée par l'équation précédente, et si l'on remplace l'alcool par la glycérine ou par la mannite on obtient des combinaisons particulières.

» En étudiant l'action d'une dissolution alcoolique de potasse sur divers composés perchlorurés, j'ai observé quelques phénomènes, dans lesquels l'intervention de l'alcool se manifeste d'une manière encore plus tranchée : car ce corps chauffé à 100° avec de la potasse et ces composés perchlorurés fournit du gaz oléfiant.

» Ainsi, par exemple, si l'on chauffe à 100° pendant une semaine, dans des tubes fermés à la lampe, un mélange de potasse, d'alcool absolu et de perchlorure de carbone, C^2Cl^4, ou de chloroforme, C^2HCl^3, on obtient une certaine proportion de gaz oléfiant pur.

» Le dernier fait s'accorde avec une expérience de M. Hermann d'après laquelle le bromoforme décomposé par une dissolution alcoolique de potasse a fourni un mélange de gaz oléfiant et d'oxyde de carbone (*Ann. der Ch. und Pharm.*, XCV, 211, 1855). Seulement dans les conditions où je me trouvais, je n'ai pu observer la formation de l'oxyde de carbone, parce que sous

l'influence du temps, ce gaz est absorbé à 100° et changé en formiate par une dissolution aqueuse où alcoolique de potasse.

» La décomposition de l'alcool sous l'influence de la potasse et du composé chloré à une température aussi basse que 100° et la production du gaz oléfiant dans ces conditions est extrêmement curieuse. Elle n'est pas due à l'action directe de la potasse sur l'alcool, car ces deux corps peuvent être chauffés ensemble, même à 200°, pendant plusieurs heures, sans éprouver d'action réciproque. On pourrait peut-être rattacher cette production de gaz oléfiant au défaut de stabilité de certaines combinaisons doubles qui tendraient à se former entre l'alcool et les produits oxygénés dérivés du corps chloré par substitution ; mais je ne vois pas comment cette explication s'appliquerait aux faits suivants :

» Si l'on chauffe à 100° pendant une semaine une solution alcoolique de potasse avec du sesquichlorure de carbone, C^4Cl^6, ou avec du protochlorure, C^4Cl^4, il se forme un mélange de gaz oléfiant, C^4H^4, et d'hydrogène.

» La production de ces deux gaz, celle du dernier surtout, atteste le jeu de décompositions plus profondes et plus compliquées qu'on n'eut été porté à le croire, dans la réaction d'un corps chloré sur une solution alcoolique de potasse. Ces décompositions sont encore attestées par d'autres phénomènes.

» En effet, dans ces conditions, non-seulement le chlorure de carbone, C^2Cl^4, produit de l'acide carbonique, C^2O^4 ;

» Le chloroforme C^4HCl^3, de l'acide formique C^2HO^3,HO;

» Le sesquichlorure de carbone, C^4Cl^6, de l'acide oxalique, $C^4O^6,2HO$ (1).

» C'est-à-dire les produits simples et stables de la substitution du chlore par l'oxygène ; mais en même temps prennent naissance divers liquides et surtout des substances insolubles, de nature humoïde, analogues à celles qui se forment dans la réaction des alcalis sur le glucose (2). Ces matières paraissent résulter de l'action à l'état naissant exercé par l'alcali sur les principes

(1) Le protochlorure de carbone, C^4Cl^4, a fourni également de l'acide oxalique.

(2) Epuisée par l'eau et par l'acide chlorhydrique dilué, puis séchée dans le vide, la matière fournie par le perchlorure de carbone, C^2Cl^4, renfermait : C=52,2 ; H=4,8 ; Cl=12, 2 ; cendres=6,8 ; celle fournie par le sesquichlorure de carbone, C^4Cl^6, renfermait : C=38,5 ; H=5,5 ; Cl=4,0 ; cendres=21,7.

très oxygénés et analogues la glycérine et aux matières sucrées qui tendent à se former, en vertu de cette même substitution du chlore par l'oxygène. »

Séance du 20 février 1858.

CHIMIE. *Recherche et dosage de l'acide phosphorique.* — Voici le résumé d'une communication de MM. Damour et Henri Sainte-Claire Deville.

Le dosage de l'acide phosphorique dans ses combinaisons exerce depuis longtemps la sagacité des chimistes ; on sait que la présence de cet acide échappe souvent aux recherches analytiques ; on sait aussi combien il est difficile de le dégager de certaines substances avec lesquelles il est uni par de fortes affinités. Divers réactifs ont été successivement proposés pour reconnaître et doser les phosphates ; on peut citer notamment : les sels de chaux, de magnésie, de fer, de manganèse, d'urane, de mercure, d'argent, le molybdate d'ammoniaque, etc., etc.

« Aux méthodes déjà connues et qui suivant les cas peuvent présenter des avantages réels, nous venons, disent les auteurs de la communication dont il s'agit ici, en ajouter une nouvelle qui nous paraît de nature à faciliter la recherche de l'acide phosphorique, à le dégager de ses combinaisons les plus stables, et, nous l'espérons aussi, à fournir un moyen de le doser exactement.

» Dans le cours d'un travail que nous avons entrepris en commun sur les propriétés du cérium, du lanthane, du didyme et de leurs composés, nous avons reconnu que les sels de sesquioxyde de cérium pouvaient devenir un réactif commode pour manifester la présence de l'acide phosphorique. Lorsqu'on verse, en effet, du nitrate ou du sulfate acide de sesquioxyde de cérium dans la dissolution nitrique acide d'un phosphate, il se forme assez rapidement un volumineux précipité blanc ou légèrement teinté de jaune qui se dépose et reste insoluble dans la liqueur acide. C'est ainsi qu'en dissolvant dans l'acide nitrique du phosphate de chaux, ou bien du phosphate de fer, du phosphate d'urane, du phosphate d'alumine, et versant ensuite dans cette liqueur acide du nitrate ou du sulfate cérique acide, il se forme un précipité de phosphate cérique, tandis que la chaux, l'oxyde de fer, l'oxyde d'urane, l'alumine, restent en dissolution dans la liqueur acide.

» Cette réaction des sels cériques sur les phosphates s'exerce

de la même manière sur les arseniates, de telle sorte qu'on serait exposé à confondre ces différents composés si l'on n'avait pas déjà des méthodes qui permettent de les distinguer très nettement.

» Nous espérons que le procédé que nous venons d'indiquer pourra trouver un utile emploi dans les recherches de chimie agricole où il est devenu si important de déterminer la présence, et, autant que possible, la proportion des phosphates contenus dans les terres, les amendements et les engrais.

» En dissolvant certains échantillons de fer métallique dans l'acide nitrique, et traitant la dissolution par du nitrate cérique, nous avons obtenu un faible précipité floconneux indiquant ainsi, dans le fer, la présence d'un composé phosphoré.

» Nous nous bornons, pour le moment, à présenter ce simple exposé des réactions des sels cériques sur les phosphates, nous réservant d'entrer dans plus de développements lorsque nou aurons complété nos recher ches sur ce sujet. »

Séance du 27 février 1858.

ANATOMIE COMPARÉE. — La note suivante sur l'encéphale du *Caïnotherium commune*, Brav., a été communiquée dans cette séance par M. Pierre Gratiolet.

« En poursuivant mes recherches sur l'encéphale des animaux mammifères, j'arrivai bientôt à cette conviction qu'on ne pouvait avoir une idée exacte de la forme de leur cerveau que par des empreintes fidèles de la cavité cranienne; je reconnus qu'il était possible d'assigner à l'encéphale des animaux qui composent un groupe naturel une figure définie et caractéristique, qui se modifie toutefois d'une certaine manière dont on trouve le plus souvent la loi en passant des plus grandes espèces aux plus petites; je remarquai enfin que dans ces petites espèces les plis cérébraux laissent sur la boite osseuse des traces profondes, à tel point que chez ces animaux une empreinte intérieure du crâne devient la représentation exacte et complète de leur encéphale et des circonvolutions qui en couvraient la surface. Ainsi, par une circonstance véritablement admirable, l'organe le plus important et le plus délicat de l'économie animale est, du moins dans les Mammifères et les Oiseaux fossiles, celui dont les traces se conservent le mieux, et tandis que nous ne pouvons juger que par analogie des viscères et de la constitution des autres parties molles, il nous est permis

de décrire avec la plus grande certitude les formes caractéristiques de leur cerveau, ce qui donne à l'étude des circonvolutions cérébrales une importance nouvelle que peu de personnes ont soupçonnée. On comprendra d'ailleurs très aisément que la perfection des résultats ayant pour condition l'état de conservation des crânes dont on dispose, il ne dépend de la volonté d'aucun anatomiste de multiplier à point nommé ses recherches et ses expériences, de manière à arriver à un système complet d'observations en un temps déterminé. Ce nouveau desideratum de la mammologie paléontologique ne pouvant donc être comblé par les efforts d'un seul homme, il faut nécessairement faire appel à tous, et pour ne point perdre, en ce qui me concerne, des instants précieux, j'aborde immédiatement la description complète de la configuration extérieure de l'encéphale d'un petit Palchyderme fossile, voisin des Anoplothères. C'est un premier tribut auquel j'ajouterai successivement au fur et à mesure des occasions qui me seront offertes; mais je dois dire avant toutes choses que le travail m'a été rendu facile par la perfection des empreintes véritablement admirables que je dois à l'habileté de M. Sthal, chef de la section de moulage du Muséum.

» L'encéphale du *Caïnotherium commune*, Brav., dont je donne ici un dessin exact, est moins volumineux et surtout beaucoup moins large que celui du Lapin. Sa longueur totale est d'environ 46 millimètres, depuis le point le plus reculé du cervelet médian jusqu'à l'extrémité des lobes olfactifs. Dans cette somme, le diamètre antéro-postérieur du cervelet égale 10 millimètres. La longueur des hémisphères cérébraux est de 30 millimètres. Celle de la partie des lobes olfactifs qui dépasse le cerveau est de 6 millimètres seulement. L'ensemble du cerveau proprement dit est fort allongé eu égard à sa largeur. Cette largeur en effet n'est que de 23 millimètres en arrière; elle diminue à mesure qu'on s'avance vers l'extrémité antérieure, dont le diamètre transversal est tout au plus de 11 millimètres. Les lobes olfactifs, presque entièrement à découvert, sont moins divergents que dans les petits Ruminants; leur racine est moins étranglée. L'atténuation des lobes antérieurs en avant, bien que fort apparente, est beaucoup moins marquée que dans les petits Chevrotains et dans les plus petites Antilopes, que distingue d'ailleurs une plus grande largeur du cerveau à sa partie postérieure. Le lobule du pli unciforme est

peu saillant, et la racine du lobe olfactif n'est point excavée par la saillie des voûtes orbitaires, comme on le voit dans les petits animaux que nous venons de nommer ici.

» Ainsi, à tous ces égards le *Caïnotherium* diffère absolument des plus petites Antilopes et des Chevrotains, sans en excepter le *Moschus aquaticus*, dont quelques naturalistes ont voulu le rapprocher, mais fort à tort selon nous; et s'il a quelques analogues dans le groupe des Ruminants tel qu'il est aujourd'hui conçu par les zoologistes, il faudra les chercher, non dans la division des *Cerviens*, mais parmi les Caméliens, qui offrent un type d'organisation cérébrale très distinct, et à certains égards semblable à celui des Pachydermes tridactyles, du moins au membre postérieur.

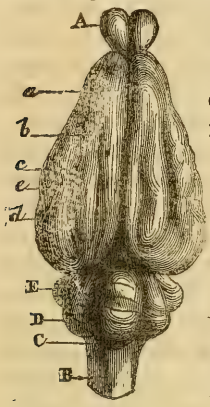


Fig. 1 (1).

» L'étude des circonvolutions exprimera davantage encore ces différences d'une part, et d'autre part ce rapprochement. — L'étage supérieur des circonvolutions, fig. 1 *a*, *b*, comprend sur chaque hémisphère deux plis longitudinaux à peu de chose près parallèles. Cette disposition est fort différente de celle que présente l'étage supérieur des circonvolutions des Chevrotains qui offre la forme d'un triangle à base large dont le sommet est dirigé en avant.

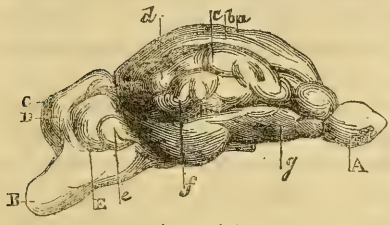


Fig. 2 (2).

L'étage inférieur, fig. 2. *f*, s'éloigne aussi beaucoup de la forme que présentent les vrais Ruminants. Chez ces derniers, de deux lobules qui le composent, le postérieur l'emporte constamment sur l'antérieur. L'inverse a lieu dans le

(1) Explication des lettres de la figure 1.—*a*, *b*, plis parallèles de l'étage supérieur. *c*, *d*, étage moyen. *e*, étage inférieur. A, lobe olfactif. B, bulbe. C, lobe médian du cervelet. D, lobe latéral. E, lobule auriculaire.

(2) Explication des lettres de la figure 2. — A, lobe olfactif. B, bulbe. C, D, cervelet médian. E, cervelet latéral. *e*, lobule auriculaire. *a*, *b*, plis parallèles de l'étage supérieur. *c*, *d*, étage intermédiaire. *f*, lobule postérieur de l'étage inférieur. *g*, racine du lobe olfactif.

Caïnotherium, ce qui le rend à la fois semblable aux Camélicns et aux Pachydermes à doigts pairs qui composent le grand genre *Sus* de Linné; mais l'existence de l'étage intermédiaire *d* le sépare clairement de ces derniers, pour le rapprocher au contraire des Chameaux.

» L'examen du cervelet considéré en général fournit des caractères non moins précis. — Dans tous les vrais Ruminants, et notamment dans les plus petits du groupe, le cervelet a une forme caractéristique fort aisée à définir. Le corps du lobe médian est très court d'avant en arrière et fort élevé. Sa direction est presque horizontale. Son vermis au contraire est vertical et deux fois plus long. Les vermis latéraux sont enroulés d'une manière assez compliquée, surtout dans les grandes espèces, mais ne présentent aucune trace du lobule auriculaire. — Le cervelet du *Caïnotherium* offrait une forme très différente; en effet, la portion horizontale du cervelet médian est, dans l'empreinte que nous étudions ici, deux fois aussi longue que sa portion verticale, et se recourbant en avant s'enfonce sous le bord postérieur des hémisphères cérébraux. Le vermis est régulier et présente des indices de plis assez nombreux. Les lobes latéraux, fig. 2. E, et fig. 1. D, forment deux masses symétriques très simples et présentent un petit lobule auriculaire, fig. 1. E, et fig. 2. *e;* cette configuration n'a évidemment aucun rapport avec celle que présente le cervelet des plus petits Ruminants vrais, tels que le *Moschus javanicus* par exemple.—Les tubercules quadrijumeaux étaient évidemment entièrement recouverts par le cerveau, règle qui ne souffre d'ailleurs aucune exception parmi les Mammifères monodelphes hors de l'état fœtal.

» Cette observation confirme l'idée que j'ai ailleurs énoncée, savoir que, dans les groupes de Mammifères qui comprennent à l'état vivant ou fossile des animaux gigantesques, toutes les espèces ont des circonvolutions, quelle que soit d'ailleurs l'exiguité de leur taille. On peut faire encore une autre remarque : si un grand groupe naturel comprend plusieurs familles, dont les unes contiennent des espèces gigantesques, les autres n'en présentant au contraire que de fort petites, les animaux pygmées des premières familles, parents si je puis ainsi dire d'espèces géantes, ont, quel que soit d'ailleurs le degré de leur petitesse, des circonvolutions plus compliquées que certains animaux beaucoup plus

grands en réalité, mais qui appartiennent à d'autres familles dont le type n'a jamais présenté que des réalisations médiocres. C'est ainsi que le *Moschus moschiferus* (Linn.), le géant du groupe des Chevrotains, a beaucoup moins de circonvolutions que le Quevey (*Antilope pygmœa*, Pall.) qui lui est très inférieur par la taille, mais qui est une Antilope. Je suis convaincu que l'étude de l'encéphale d'un animal encore plus petit (l'*Antilope spinigera*, Temm.) confirmera cette règle, que tous les faits qu'il m'a été permis d'étudier suffisamment confirment. »

Séance du 20 *mars* 1858.

MINÉRALOGIE OPTIQUE. *Propriétés optiques biréfringentes des corps cristallisés.*—M. Descloizeaux avait communiqué l'année dernière à la Société l'extrait d'un premier travail sur les propriétés optiques biréfringentes des corps cristallisés ; dans une seconde communication faite aujourd'hui, il expose les nouveaux résultats auxquels il est parvenu en continuant ses recherches et en les étendant à un assez grand nombre de cristaux naturels ou artificiels. Dans l'extrait qui suit, l'auteur se contente de donner la valeur des indices qu'il a pu mesurer, et de présenter quelques remarques sur les corps pour lesquels la détermination incomplète ou inexacte de la forme cristalline a été complétée et corrigée par l'examen des propriétés optiques biréfringentes.

Parmi les corps biréfringents à un axe positif, M. D. n'en a trouvé que deux dont il ait pu déterminer les indices.

Le premier est le sulfate de lanthane en petites aiguilles incolores décrites par M. Marignac comme se rapportant à un prisme rhomboïdal droit voisin de 120°. La forme doit en réalité être considérée comme hexagonale ; ses indices ordinaire et extraordinaire sont : $\omega = 1{,}564$; $\varepsilon = 1{,}569$ pour les rayons rouges.

Le second est la schéelite en petits cristaux transparents de Traverselle et de Framont. Les indices sont : $\omega = 1{,}918$ à $1{,}919$; $\varepsilon = 1{,}934$ à $1{,}935$ pour les rayons rouges.

Parmi les corps à un axe négatif, voici ceux dont M. D. a déterminé les indices ou seulement le signe de la double réfraction.

1° Mimetèse : $\omega = 1{,}474$; $\varepsilon = 1{,}465$ pour les rayons rouges. Cristaux d'un jaune pâle en prismes hexagonaux.

2° Hédyphane, arséniate de plomb. Cristaux blancs. $\omega=1,467$; $\varepsilon=1,463$ pour les rayons rouges.

3° Arséniate de potasse en petits cristaux prismatiques carrés, parfaitement purs et transparents. $\omega=1,564$; $\varepsilon=1,515$ pour les rayons rouges.

4° Bromate de didyme ; Marignac : prisme hexagonal régulier.

5° Saphir d'un bleu pâle. $\omega=1,7676$ à $1,7682$; $\varepsilon=1,7594$ à $1,7598$ pour les rayons rouges.

6° Rubis d'un beau rouge. $\omega=1,7674$; $\varepsilon=1,7592$. — On voit que les indices du rubis sont très peu différents de ceux du saphir.

7° Wulfénite, plomb molybdaté. $\omega=2,402$; $\varepsilon=2,304$ pour les rayons rouges. Ce minéral est une des substances assez rares dont les indices sont supérieurs à 2.

8° Tartrate d'antimoine et de strontiane cristallisé à chaud ; Marignac. Prisme hexagonal régulier. $\omega=1,6827$; $\varepsilon=1,5874$ pour les rayons rouges.

J'avais espéré, dit l'auteur, rencontrer dans ces cristaux, comme dans le sulfate de strychnine octaédrique, la polarisation rotatoire ; malheureusement il n'en est pas ainsi ; cela tient sans doute à ce que cette propriété y est peu développée et qu'elle y est même annulée par suite d'irrégularités analogues à celles du béryl, qui, dans certaines positions, donnent au cristal l'apparence d'une substance à deux axes.

Les cristaux à deux axes dont M. D. a déterminé le sens de la double réfraction ou les indices sont les suivants :

Cristaux positifs.

1° Calamine en petits cristaux de la Vieille-Montagne. $\alpha=1,635$; $\beta=1,618$; $\gamma=1,615$ pour les rayons jaunes ; d'où l'on conclut : $2V=45°\,57'$; $2E=78°20'$. On a trouvé directement : $2E=79°30'$ environ.

2° Diopside très pur. $\alpha=1,7026$; $\beta=1,6798$; $\gamma=1,6727$ pour les rayons jaunes. On en conclut $2V=58°59'$; $2E=111°34'$. On a trouvé directement $2E=111°25'$.

3° Amphibole. Prisme rhomboïdal oblique de $124°30'$. $ph^1=104°58'$. Plan des axes parallèles à g^1. Bissectrice faisant un angle d'environ 75° avec une normale à h^1 et un angle de $150°2'$ avec une normale à p dans la hornblende. Ces angles paraissent être de 72° environ et de 147° dans la pargassite. L'angle extérieur des

axes dans cette dernière variété est approximativement 2E=100° à 105.

4° Sulfate de strychnine à 12 atomes d'eau. Prisme rhomboïdal oblique de 24°57′; pm=93°44′; ph^1=107°23′, hémièdre. Clivage interrompu suivant la base. Plan des axes parallèle à la diagonale horizontale de la base, faisant un angle de 15°10′ environ avec une normale à la base et un angle de 57°17′ avec une normale à h^1. Bissectrice normale à la diagonale horizontale, faisant un angle d'environ 74°50′ avec la diagonale inclinée. 2E=16°30′ à 17°. γ=1,594 pour les rayons rouges. La dispersion parallèle propre aux cristaux du système prismatique rhomboïdal oblique qui ont le plan de leurs axes parallèle à la diagonale horizontale de la base est des plus marquées; il est donc impossible de considérer la forme de ce sel comme dérivant du prisme rhomboïdal droit, ainsi que l'a fait M. Schabus.

5° Les cristaux de sulfite de soude fraîchement préparés offrent une dispersion très forte pour les axes des différentes couleurs, et ces axes sont beaucoup plus rapprochés que dans les cristaux déjà altérés à l'air. Vers 10° C., le plan des axes rouges est parallèle à g^1; leur bissectrice fait un angle d'environ 22° avec une normale à h^1 et un angle de 108°24′ avec une normale à p. Le plan des axes violets est perpendiculaire au premier ou parallèle à la diagonale horizontale de la base; leur bissectrice coïncide avec la bissectrice des axes rouges. Pour les rayons compris entre le vert et le bleu, les deux axes sont réunis en un seul.

6° Chlorure de cuivre; CuCl+2Aq. Prisme rhomboïdal droit de 94°54′; clivage très facile suivant les faces m et suivant la base p; plan des axes parallèle à la base; bissectrice parallèle à la petite diagonale de la base; β=1,681 pour les rayons rouges.

7° Chlorure de baryum; BaCl+2Aq, isomorphe avec le précédent. Prisme rhomboïdal droit de 92°51′; clivage facile suivant p, assez facile suivant g^1 et h^1. Plan des axes parallèle à la base; bissectrice normale à g^1. α=1,664; β=1,644; γ=1,635 pour les rayons jaunes. On conclut de là : 2V=67°4′; 2E=130°22′. M. Grailich a trouvé 128°6′.

8° Hureaulite. Prisme rhomboïdal oblique de 61°; ph^1=90°33′. Plan des axes parallèles à la diagonale horizontale de la base; bissectrice faisant un angle d'environ 15° avec une normale

à h^1 et un angle de 74°27′ avec une normale à p. Axes très écartés.

9° Tartrate d'antimoine et de chaux avec azotate de chaux; $4(CaO\ Sb^2O^3,\ C^8H^4O^{10} + 6Aq) + CaO\ Az^2O^5$, Marignac. Prisme rhomboïdal droit de 123°56′; clivage facile parallèle à g^1. Plan des axes parallèle à g^1; bissectrice normale à la base. α=1,6196; β=1,5855; γ=1,5811 pour les rayons jaunes; d'où l'on conclut: 2V=40°11′; 2E=66°1′; M. D. a trouvé directement 2E=65°30′ à 66°.

Ce sel a été décrit par M. Rammelsberg comme cristallisant en prisme droit à base carrée, à cause de la presqu'égalité des angles pa^1 et g^1m et de l'hémiédrie habituelle à une des faces.

Les corps négatifs dont M. D. a déterminé les propriétés optiques biréfringentes lui ont surtout été fournis par MM. Damour et Henri Sainte-Claire Deville, dont les recherches sur les composés des oxydes de cérium, de lanthane et de didyme, poursuivies laborieusement depuis plus de deux ans, promettent une série de cristaux des plus intéressants pour la variété de leurs formes et de leurs propriétés optiques. Les principaux sels qui ont été remis par ces deux chimistes à M. Descloizeaux sont les suivants:

Cristaux à un axe négatif.

1° Azotate de lanthane et de magnésie. Rhomboèdre obtus de 109°7′. Double réfraction énergique.

2° Azotate de lanthane et de manganèse. Rhomboèdre obtus de 109°7′, complétement isomorphe avec le précédent. Cristaux légèrement rosés. Double réfraction énergique.

3° Azotate de lanthane et de zinc; complétement isomorphe avec les deux précédents.

Cristaux à deux axes négatifs:

1° Azotate de lanthane et d'ammoniaque cristallisé au milieu de l'acétate de lanthane. Prisme rhomboïdal droit de 98°44′; cristaux incolores très aplatis suivant la base. Plan des axes parallèles à h^1; bissectrice normale à la base; 2E=62° environ.

2° Azotate de lanthane et d'ammoniaque. Prisme rhomboïdal oblique de 82°48′; pm=106°; ph^1=113°; clivage facile parallèle à la base. Plan des axes parallèle à la diagonale inclinée et à g^1; bissectrice faisant un angle d'environ 33° avec une normale à p et un angle de 100° avec une normale à h^1. 2E=8° à 10°. Les axes sont comme on le voit très rapprochés et lorsque leur plan coïncide avec le plan

de polarisation, les deux systèmes d'anneaux se réduisent à une ellipse traversée par une croix noire dont les deux sommets sont notablement dissymétriques.

3e Azotate ammonicocéreux. Prisme rhomboïdal oblique de 82°50′ environ. pm=105°40′; ph^1=113°; isomorphe avec le sel précédent. Plan des axes parallèle à la diagonale horizontale de la base faisant un angle d'environ 33° avec une normale à la base et un angle de 100° avec une normale à h^1; bissectrice normale à la diagonale horizontale, faisant un angle d'environ 123° avec la diagonale inclinée en avant. 2E=26°10′ pour les rayons rouges. Dispersion horizontale indiquant l'obliquité du prisme, aussi notable que dans le sulfate de strychnine à 12 atomes d'eau. Ce sel a le plan de ses axes perpendiculaire à celui du sel précédent; comme ils sont géométriquement isomorphes, leur mélange produira peut-être des phénomènes intéressants à étudier.

4e Sulfate de didyme rose. Prisme rhomboïdal oblique de 41°50′. pm=99°41′; ph^1=118°8′, Marignac. Clivage très facile suivant la base. Plan des axes parallèle à la diagonale horizontale de la base, faisant un angle d'environ 8° avec une normale à p et un angle de 53°52′ avec une normale à h^1. Bissectrice perpendiculaire à la diagonale horizontale et faisant un angle d'environ 82° avec la diagonale inclinée. L'angle apparent des axes dépasse 120°.

5° Sulfate de protoxyde de cérium. $CeOSO^3+3Aq$, Marignac. Prisme rhomboïdal droit de 92°37′. Cristaux ordinairement en octaèdres rhomboïdaux sous les angles de 114°12′, 111°10′ et 103°14′. Plan des axes parallèle à la base. Bissectrice parallèle à la grande diagonale de la base.

6° Sulfate de cérium à chaud; cristaux rosés. Prisme rhomboïdal oblique de 70°35′; pm=95°58; ph^1=100°22′, les cristaux sont presque toujours hémitropes autour de h^1 et offrent l'apparence de prismes rhomboïdaux droits terminés par un sommet tétraèdre. Plan des axes normal à g^1 faisant un angle d'environ 32°45′ avec l'arête $\frac{m}{m}$ et un angle de 67°57′ avec l'arête $\frac{e^1}{e^1}$. Bissectrice normale à g^1.

7° Acétate de lanthane. Prisme doublement oblique; mh^1=130°25′; th^1=141°56′; pm=117°25′; pt=119°10′. Ces cris-

taux s'altérant facilement à l'air, on n'a pu encore déterminer la position de leurs axes optiques.

8° Aiguilles rhombiques accompagnant quelquefois l'azotate double n° 2. Ces aiguilles se rapportent à un prisme rhomboïdal droit de 95°40′ environ dont les dimensions ne sont pas encore parfaitement déterminées. Leur composition et leurs propriétés optiques devront aussi être soumises à un nouvel examen.

9° Azotate de lanthane ; cristaux roses très aplatis ; prisme doublement oblique, $mt=118°30'$; $pm=91°30'$ environ ; $pt=96°35'$. Ce sel demande aussi un nouvel examen pour en déterminer les propriétés optiques. Les cristaux qu'on en a obtenu jusqu'ici sont moins nets que ceux des autres sels de lanthane et de cérium.

MATHÉMATIQUES. — M. Catalan communique les propositions suivantes, relatives à la *théorie des séries* (1).

Théorème I. Soit $f(x)$ une fonction positive et infiniment décroissante, au moins à partir de $x=0$; soit $F(x)$ la fonction primitive de $f(x)$; on aura, en désignant par S_n la somme des n premiers termes de la série $f(1), f(2), f(3), \ldots$:

$$\left.\begin{aligned} S_n &> F(n+1) - F(1), \\ S_n &< F(n) - F(0). \end{aligned}\right\} \quad (A)$$

Théorème II.

$$\left.\begin{aligned} S_n &> F(n+1) - F(1) + \frac{1}{2}\Big[f(1) + f(n)\Big], \\ S_n &< \frac{1}{2}\Big[F(n-1) - F(0) + F(n+1) - F(2)\Big] \\ &\quad + \frac{1}{2}\Big[f(1) + f(n)\Big]. \end{aligned}\right\} \quad (B)$$

Théorème III.

$$\left.\begin{aligned} S_n &> F(n-1) - F(1) + \frac{7}{12}f(1) - \frac{1}{12}f(2) + \frac{5}{12}f(n-1) \\ &\quad + \frac{13}{12}f(n), \\ S_n &< F(n) - F(2) + \frac{13}{12}f(1) + \frac{5}{12}f(2) - \frac{1}{12}f(n-1) \\ &\quad + \frac{7}{12}f(n). \end{aligned}\right\} \quad (C)$$

(1) Quelques-unes de ces propositions sont connues ; mais, comme on les démontrait ordinairement en employant le calcul intégral, il paraissait difficile de les faire entrer dans l'enseignement élémentaire.

Remarques. I. Les formules (A), qui sont les plus simples et les plus évidentes, sont aussi celles qui donnent le moins d'approximation. Le contraire a lieu pour les formules (C). Si l'on désigne par α, β, γ les limites des erreurs qui résultent de l'emploi de ces trois systèmes de formules, on a

$$\alpha = \Big[F(n+1) - F(n) \Big] - \Big[F(1) - F(0) \Big],$$

$$\beta = \frac{1}{2}\Big[F(n+1) - F(n-1) \Big] - \Big[F(1) - \frac{F(0)+F(2)}{2} \Big],$$

$$\gamma = \Big[F(n) - F(n-1) \Big] - \Big[F(2) - (1) \Big]$$
$$+ \frac{1}{2}\Big[f(1) - f(n) \Big] + \frac{1}{2}\Big[f(2) - f(n-1) \Big].$$

II. Si l'on applique les formules (C) à la formation du *deuxième million* de termes de la *série harmonique*, savoir :

$$\frac{1}{1\,000\,001} + \ldots + \frac{1}{2\,000\,000},$$

l'erreur commise est inférieure à 0, 000 000 001.

III. *Le terme général d'une série ayant pour limite zéro, la somme d'un nombre indéfiniment grand* (1) *de termes peut avoir pour limite zéro, sans que la série soit convergente.*

Séance du 3 *avril* 1858.

CHIMIE. *États du soufre. Leur préparation. Action de la chaleur.* — M. Berthelot a communiqué à la Société, dans cette séance, la note suivante, relative à l'étude détaillée de la préparation des divers états du soufre et à l'action qu'ils éprouvent de la part du temps et de la chaleur, c'est-à-dire à des faits connus d'une manière générale, mais dont l'examen plus approfondi n'est point sans quelque intérêt.

« I. *Soufre insoluble extrait de la fleur de soufre.* — De toutes les variétés de soufre insoluble, c'est la plus facile à obtenir ; elle peut être envisagée comme un type au point de vue de ses propriétés et de ses réactions, car elle se trouve dans un état d'équilibre presque définitif.

» 300 grammes de fleur de soufre sont broyés dans un mortier

(1) *Indéfiniment grand* signifie ici : qui *croît indéfiniment.*

avec 500 à 600 grammes de sulfure de carbone, le tout est introduit dans un ballon d'un litre et placé sur un bain-marie jusqu'à ce que le sulfure entre en ébullition. On enlève le ballon ; on le laisse reposer pendant deux ou trois minutes et on décante sur un filtre sans plis le sulfure de carbone avec la portion de fleur de soufre demeurée en suspension. On répète trois à quatre fois cette série d'opérations dans la même journée, et on termine en jetant tout le soufre avec le liquide qui l'imprègne sur un filtre sans plis. Le lendemain, on détache le soufre resté sur le filtre, on le broie, on l'introduit de nouveau dans le ballon, et on recommence la même série de traitements que le premier jour. Au bout de six jours, le soufre ne cède pour ainsi dire aucune matière soluble au sulfure de carbone ; on le jette sur du papier buvard, et on le laisse se dessécher pendant un jour ou deux ; puis on le replace dans le ballon ; on le mouille avec 100 grammes d'alcool absolu et on fait bouillir le tout au bain-marie pendant un quart d'heure. Cette opération a pour but de transformer en soufre octaédrique, par une action de contact, une portion du soufre insoluble, moins stable que le reste et analogue au soufre insoluble extrait du soufre trempé. Au bout d'un quart d'heure d'ébullition, on décante l'alcool et on jette le soufre sur un filtre sans plis pour l'égoutter. On achève de le dessécher rapidement entre deux feuilles de papier buvard, puis on l'introduit dans un ballon et on recommence à l'épuiser par le sulfure de carbone, en suivant la même marche que ci-dessus. — Cet épuisement est terminé au bout de trois ou quatre jours. On égoutte le soufre, on le sèche en le plaçant sur du papier buvard, puis on l'étend en couche mince entre deux feuilles de papier buvard et on le conserve à l'air libre pendant deux semaines, afin de laisser échapper les liquides volatils dont il est imprégné. Enfin on le sèche dans le vide à côté de l'acide sulfurique et on le conserve dans un flacon bouché à l'émeri.

» 300 grammes de fleur de soufre fournissent par ce procédé 75 à 80 grammes de soufre insoluble.

» Voici quelques précautions qu'il est bon d'observer. — Le sulfure de carbone du commerce, même rectifié, n'est point suffisamment pur pour les épuisements ; car je n'ai point trouvé d'échantillon tel que 10 grammes évaporés dans une petite capsule ne laissassent aucun résidu : il reste en général quelques traces de soufre mou et visqueux, renfermant des matières étrangères ;

aussi est-il indispensable de redistiller soi-même le sulfure de carbone. — Il faut éviter l'emploi d'un sulfure de carbone contenant de l'hydrogène sulfuré, ce qui arrive parfois, parce que l'hydrogène sulfuré exerce une action nuisible. Enfin le sulfure de carbone doit être anhydre et conservé dans des flacons secs, autrement il s'altère et jaunit.

» Le soufre insoluble doit être très exactement dépouillé d'alcool, car s'il en retient la moindre trace, il se modifie lentement par action de contact et repasse à l'état de soufre cristallisable. Dans une préparation où les traitements définitifs par le sulfure de carbone n'avaient pas été suffisamment prolongés, et malgré l'exposition à l'air libre pendant plusieurs jours, le soufre retenait encore des traces d'alcool presque impondérables : et cependant leur action fut telle que les $\frac{4}{5}$ de soufre se trouvèrent ramenés au bout d'un mois à l'état de soufre cristallisable. Ce fait prouve combien ces phénomènes sont délicats et sous la dépendance de circonstances qui peuvent demeurer inaperçues faute d'une attention suffisante.

» J'ai cherché à déterminer quelle pouvait être l'influence du temps sur la conservation du soufre insoluble extrait de la fleur de soufre. Un échantillon préparé il y a deux ans renferme maintenant 33 centièmes de soufre cristallisable. Il serait intéressant de faire cet examen sur des échantillons plus anciens : malheureusement la découverte du soufre insoluble est trop récente pour le permettre ; mais on peut arriver au même but jusqu'à un certain point en étudiant des fleurs de soufre anciennes. Les résultats sont moins nets que s'ils avaient porté sur le soufre insoluble pur, car il se trouve intimement mélangé dans la fleur de soufre avec du soufre cristallisable : de plus, l'âge de la fleur de soufre repose seulement sur des témoignages, et on ignore à quelles influences il a pu être soumis. Toutefois sa conservation dans des collections présente des garanties qu'il est facile d'apprécier. Divers savants, MM. Bérard (de Montpellier), Stas, Ch. Deville, Guibourt, Béchamp, Brame, Jacquelain, Personne, Riche, de Luca, Péan de Saint-Gilles, Deschamps, Barruel, ont eu l'obligeance de m'adresser des échantillons de soufre d'origine et de date diverses : je les prie de vouloir bien accepter ici l'expression de ma reconnaissance.

» Voici les résultats :

Fleur de soufre récente ; sur 100 parties, soufre insoluble 28

Grésil pris au sommet du monticule qui se forme au-dessous du gueulard (Bérard) (1857)		23
Id.	pris à la base (id.)	24
Id.	pris loin du gueulard (id.)	26
Id.	pris dans l'axe du gueulard près du mur opposé (id.)	30
Fleur de soufre datant de plus de 7 ans (Riche)		23
Id.	id. 10 ans (Péan de St-Gilles)	27
Id.	id. 10 ans	24
Id.	id. 12 ans (Brame)	16
Id.	de 7 à 14 ans (Ch. Deville)	16
Id.	15 ans (Barruel)	23
Id.	20 à 25 ans (Jacquelain)	22
Id.	18 ans (Deschamps)	17
Id.	16 ans (Stas)	12
Id.	30 ans (de Luca)	12,5
Id.	38 ans (Stas)	17
Id.	30 à 50 ans (Béchamp)	15

On voit que le sens général de ces résultats indique une diminution progressive de la proportion du soufre insoluble contenu dans la fleur de soufre, sous l'influence du temps : mais cette diminution est lente.

» II. *Soufre insoluble extrait du soufre trempé.* — Ce soufre se distingue du précédent par sa résistance moindre à l'action de la chaleur et à celle des agents modificateurs. Ainsi il suffit de le faire bouillir avec de l'alcool pendant quelques minutes pour le changer en soufre cristallisable.

» Pour le préparer, on chauffe dans un creuset du soufre en canons jusqu'à ce qu'il soit fondu et ait dépassé la première période de fluidité, puis on le coule en filet très mince dans une terrine d'eau : on recueille les filaments, on les sèche avec du papier buvard et on les broie dans un mortier avec du sulfure de carbone : cette opération se fait péniblement, en raison de l'élasticité du soufre. On introduit le tout dans un ballon et on fait bouillir au bain-marie pendant quelque temps. Le soufre, d'abord élastique, translucide et presque entièrement insoluble, devient opaque et durcit sous le dissolvant. On peut alors le broyer : on fait bouillir de nouveau avec du sulfure de carbone et on jette la masse sur un filtre sans plis. Le lendemain, on reprend le soufre, on le broie avec soin en le mélangeant avec du sulfure de carbone, on le fait bouillir avec ce liquide, on décante sur un filtre; on

répète cette opération trois ou quatre fois par jour. Chaque soir, on jette la masse sur un filtre sans plis. Le lendemain, on la détache, on la broie avec soin en la mélangeant avec du sulfure de carbone et on recommence. L'épuisement est très lent, et dure plus d'un mois, parce que le soufre demeure mêlé de soufre mou insoluble, lequel durcit progressivement en formant une petite partie de soufre cristallisable. Cette circonstance communique au soufre insoluble extrait du soufre trempé une certaine plasticité que ne possède pas le soufre insoluble de la fleur de soufre. Chaque matin, la masse du premier, qui se trouve sur le filtre, est agglomérée à la manière d'une masse d'argile desséchée, et il est nécessaire de la broyer de nouveau. En la détachant du filtre, il faut se tenir en garde contre son adhérence au papier et rejeter les portions que l'on ne peut détacher sans enlever quelque parcelle du filtre.

» Quand l'épuisement est terminé, on égoutte le soufre sur le papier buvard, on l'abandonne à l'air libre pendant quelques jours et on l'enferme : il n'est guère possible d'obtenir ce soufre dans un état de pureté complète, car il est dans un état de transformation continue ; au bout de quelques jours, il contient déjà du soufre cristallisable. Il renferme d'ailleurs une petite quantité de soufre appartenant à la variété extraite de la fleur et susceptible de résister à l'action modificatrice de l'alcool.

» 300 grammes de soufre trempé ont fourni 80 grammes de ce soufre insoluble.

» Voici deux expériences relatives à l'influence du temps : un échantillon pur, préparé il y a deux ans, contient maintenant 38 centièmes de soufre cristallisable ; un échantillon de soufre trempé, préparé il y a un an, contenait à l'origine 20 centièmes de soufre insoluble ; il n'en renferme plus que 10 centièmes.

» III. *Soufre octaédrique.* — La préparation du soufre octaédrique au moyen du sulfure de carbone est bien connue ; mais je crois utile d'appeler l'attention sur la circonstance suivante : extrait du soufre en canon, il retient des traces de soufre mou susceptible de devenir insoluble ; 3 ou 4 cristallisations, au moins, sont nécessaires pour l'obtenir pur.

» IV. *Soufre amorphe des hyposulfites.* — Ce soufre peut affecter 4 états différents successifs : l'état liquide et soluble dans le sulfure de carbone ; l'état liquide et insoluble dans le même dissolvant ; l'état pâteux et insoluble ; enfin l'état solide et inso-

luble. — Quel que soit son état, c'est la moins stable de toutes les variétés, car une température de 100° le transforme presque immédiatement, aussi bien que la plupart des actions que l'on peut exercer sur lui. Il se distingue très nettement du soufre du chlorure, lequel affecte les mêmes états avec une stabilité beaucoup plus grande.

» L'expérience suivante suffit pour caractériser la préparation du soufre des hyposulfites :

» 700 grammes d'hyposulfite de soude ont été dissous dans 2 $\frac{1}{2}$ litres d'eau, et on a versé la liqueur froide dans un litre d'acide chlorhydrique pur et fumant. 4 heures après, on a agglomeré les flocons de soufre avec une baguette et décanté le liquide aqueux encore trouble. On a lavé légèrement la masse molle de soufre précipité, et on l'a broyée avec du sulfure de carbone.

» Une portion est demeurée insoluble ; elle pesait 43gr,5 ; une autre portion s'est dissoute, on a évaporé immédiatement la dissolution sulfocarbonique, et on a obtenu du soufre huileux ; après refroidissement, on a agité ce dernier à plusieurs reprises avec du sulfure de carbone : la majeure partie est demeurée huileuse et insoluble. Elle pesait 34gr,7. Une portion s'était dissoute ; on a évaporé sa dissolution, laissé refroidir et repris par le sulfure de carbone : une portion est demeurée insoluble à l'état visqueux et opaque; elle pesait 2gr,3. On a réitéré encore deux fois ces évaporations, traitements, etc., et obtenu 0,9 de soufre insoluble, et 3gr,7 de soufre en partie mou, en partie cristallisable. Toute cette série d'opérations, effectuées aussi rapidement que possible, a duré une heure et demie. Elle a fourni sous forme insoluble la majeure partie du soufre des hyposulfites, comme le prouvent les nombres cités plus haut, et cela malgré l'intervention de la chaleur nécessaire pour chasser le dissolvant.

» Mais ce soufre est loin de se trouver dans un état définitif. En effet voici ce que les soufres de l'opération précédente sont devenus.

» La portion primitivement insoluble n'est pas du soufre pur, mais un mélange de soufre, d'eau et de matière fixe montant à 7 centièmes et formé surtout par du chlorure de sodium. — Le lendemain, le soufre qu'elle renferme, traité par le sulfure de carbone, lui a cédé les 26 centièmes de son poids, sur lesquels 19 sont devenus insolubles par refroidissement, ce qui réduit à 7

centièmes le soufre cristallisable régénéré dans cet intervalle de temps. — On a traité la masse par l'eau froide pour enlever les matières salines, puis on l'a épuisée par le sulfure de carbone. — Le lendemain, une portion notable était redevenue soluble, et au bout de 5 jours la totalité de ce soufre ou sensiblement s'est trouvée changée en soufre cristallisable, en même temps toute sa masse a blanchi.

» Le soufre huileux insoluble, au bout de 24 heures, est devenu solide. Il a cédé alors au sulfure de carbone 43 centièmes de soufre soluble, dont 3 centièmes sont redevenus insolubles par le fait de l'évaporation ; les autres 40 centièmes étaient déjà transformés en soufre cristallisable. On a épuisé le soufre insoluble par le sulfure de carbone; mais le lendemain une portion était déjà devenue soluble. Au bout d'une semaine, ce soufre, malgré la formation d'un peu d'hydrogène sulfuré dû à la présence d'une trace de matière étrangère, est jaune et renferme encore un tiers de soufre insoluble.

» Enfin les $3^{gr},7$ demeurés solubles le premier jour, ont fourni le second jour 0,7 de soufre insoluble et 3,0 de soufre octaédrique.

» Ces faits, joints à ceux que j'ai publiés il y a un an sur la transformation du soufre mou des hyposulfites en soufre cristallisable au sein de sa dissolution sulfocarbonique, définissent les conditions de la formation du soufre insoluble des hyposulfites. Ils montrent que ce soufre doit être isolé et étudié immédiatement.

» Du reste sa transformation sous l'influence du temps, bien que démontrée par les faits précédents, n'est pas aussi complète qu'on pourrait le croire : en effet des échantillons de ce soufre, conservés à l'état brut et tout imprégnés de chlorure de sodium, renfermaient encore au bout d'un an, l'un 6 centièmes, un autre 25 et un dernier jusqu'à 64 centièmes de soufre insoluble.

» V. *Soufre amorphe extrait du chlorure de soufre.* — Ce soufre peut affecter trois états successifs : l'état liquide et soluble dans le sulfure de carbone ; l'état mou et insoluble, et l'état solide et insoluble. Sous ces trois états, il est beaucoup plus stable que le soufre trempé, lequel est plus stable que le soufre des hyposulfites, ces divers soufres étant comparés dans des états correspondants.

» Les conditions de la préparation du soufre insoluble extrait du chlorure de soufre sont définies par l'expérience suivante :

» 1 500 grammes de chlorure de soufre du commerce, d'une

composition intermédiaire entre le protochlorure et le perchlorure, ont été distribués dans 8 flacons de deux litres et demi chaque, à large ouverture. On a rempli les flacons d'eau ordinaire et on a agité vivement. La température ambiante était voisine de 0°. Deux fois par jour on renouvelle l'eau et l'on agite fréquemment. Au bout de 12 jours, les flacons renferment du soufre, en partie dur, en partie mou et visqueux, contenant un peu de chlorure non décomposé et d'acide sulfureux. Les dernières eaux de lavage présentent une odeur excessivement faible d'hydrogène sulfuré.

» On détache le soufre, on l'égoutte sur du papier buvard, on le pèse : son poids s'élève à 440 grammes. Puis on le broie avec du sulfure de carbone dans un mortier, et on fait bouillir le tout dans un ballon chauffé au bain-marie : il se forme ainsi un mélange émulsif entre le sulfure de carbone et le soufre encore humide : on jette le tout sur un filtre sans plis. La filtration est très lente et fournit un liquide orangé. Le lendemain, le soufre est égoutté; on le détache des filtres et on répète la même série d'opérations les jours suivants. Bientôt le soufre devient tout à fait dur, et il s'en sépare quelques gouttelettes d'eau que l'on enlève avec soin. Chaque fois que l'on détache le soufre des filtres, il faut éviter de détacher avec lui le papier auquel il est adhérent, et perdre de préférence une portion du soufre en rejetant le filtre.— Au bout de 6 jours, le soufre est devenu plus cohérent et plus solide, il cesse de former une émulsion avec le sulfure de carbone. Il ne renferme plus que 2 ou 3 centièmes de soufre soluble, comme on peut le vérifier en opérant sur un échantillon pesé de quelques décigrammes. Avant de continuer le traitement, on réunit à ce soufre la portion insoluble fournie par la transformation du soufre tout d'abord dissous par les eaux mères. En effet, la première eau mère, abandonnée pendant 24 heures dans un flacon, a déposé spontanément 12 grammes de soufre insoluble; la 2e et la 3e eau mère en ont fourni une petite quantité; enfin, les 6 premières eaux mères évaporées au bain-marie ont fourni 155 grammes de soufre liquide, susceptible de se redissoudre dans le sulfure de carbone au moment où il vient d'être isolé. Ce soufre retient un peu de chlorure de soufre. Abandonné pendant deux ou trois jours sous une couche d'eau, il durcit et se change en partie en soufre insoluble, sans que son poids change de plus d'un centième. On l'a traité par le sulfure de carbone, de la même manière que

la masse primitive. Au bout de 3 traitements, il était presque épuisé, et avait fourni 110 grammes de soufre insoluble et 43 gr. de soufre liquide soluble. On a réuni le soufre insoluble à la masse primitive et on a continué à traiter par le sulfure de carbone, en opérant de la manière suivante :—On broie le soufre avec du sulfure de carbone, on introduit le tout dans un ballon, on fait bouillir au bain-marie, on laisse déposer et on décante le sulfure surnageant.—A la fin de la journée, on jette toute la masse sur un filtre sans plis pour l'égoutter complétement. Le lendemain, on la trouve agglomérée, en raison de la plasticité que lui communique la présence du soufre mou insoluble. Ce soufre mou retarde beaucoup les traitements, en raison de la lenteur avec laquelle il arrive à son état de cohésion définitive, en fournissant du soufre solide insoluble et du soufre mou soluble. Au bout de trois mois, l'épuisement n'est pas encore terminé, et surtout le soufre n'a pas encore pris dans toute sa masse sa cohésion définitive : cependant il ne renferme plus que des traces de soufre soluble ou susceptible de le devenir, et des traces presque impondérables de chlorure de soufre retenu. On le délaie alors dans 8 à 10 fois son poids de sulfure de carbone et on laisse digérer pendant 8 jours; on jette sur un filtre, et le soufre égoutté, puis exposé à l'air libre pendant une semaine, peut être conservé. Cependant il ne faut pas oublier que le soufre insoluble du chlorure ne possède ses propriétés tout à fait normales que quand il a été conservé pendant quelques mois et épuisé de nouveau après ce laps de temps.

» Dans l'expérience précédente, on a cherché à déterminer la proportion de soufre octaédrique formé durant les traitements. Pour atteindre ce but, il suffit d'évaporer à mesure les eaux mères successives depuis la 6e, et de réunir les résidus qu'elles laissent aux 43 grammes de soufre soluble extraits du soufre des premières eaux mères.— On abandonne le tout pendant quelques jours sous une couche d'eau, puis on traite par le sulfure de carbone : on obtient ainsi une nouvelle proportion de soufre insoluble et 30 gr. de soufre cristallisable en gros octaèdres. Ces octaèdres sont orangés et imprégnés de soufre mou, dont la présence se manifeste d'une manière assez curieuse. En effet, les octaèdres placés sous l'eau ne tardent pas à se ternir et à devenir opaques : le soufre mou qui les imprègne se change en soufre insoluble en produisant un phénomène de pseudomorphose assez curieux; on croirait voir

des cristaux de soufre changés en soufre insoluble; mais la portion devenue insoluble est très faible Si l'on traite le tout par le sulfure de carbone, celui-ci évaporé fournit des cristaux octaédriques jaune citron, lesquels ne tardent pas à se ternir comme les premiers par suite de la transformation en soufre insoluble des traces de soufre mou qu'ils retiennent encore. Quoi qu'il en soit, on voit que les 440 grammes de soufre brut fournis par le chlorure de soufre ont fourni seulement 30 grammes de soufre cristallisable, le reste étant tout d'abord insoluble ou l'étant devenu ; ces 30 grammes représentent 7 centièmes seulement du poids du soufre total. On peut contrôler ce résultat en déterminant la proportion de soufre insoluble fourni : 1° par le soufre brut primitif, et par les dépôts durcis fournis : 2° par les eaux mères successives, depuis la première jusqu'à la dernière ; 3° par les eaux mères obtenues en traitant les premiers dépôts par le sulfure de carbone ; 4° par les eaux mères obtenues en traitant les dépôts durcis des eaux mères précédentes. On calcule ainsi la proportion du soufre définitivement cristallisable par un procédé indépendant de toute perte de matière durant les expériences : le poids, calculé par cette voie, s'élève à 9 centièmes.

» Bref, le soufre fourni par le chlorure de soufre est presque entièrement insoluble ou susceptible de devenir tel, pourvu qu'on l'isole dans un espace de temps assez court. Quant à la portion cristallisable, on peut admettre qu'elle s'est formée en vertu de la stabilité prépondérante du soufre octaédrique, en partie durant l'évaporation du dissolvant, laquelle n'est complète que par l'influence soutenue d'une température voisine de 100°, et en partie sous l'influence prolongée de la distension au sein d'un dissolvant. Cette dernière influence peut être établie d'une manière directe. A cet effet, on a pris une dissolution sulfocarbonique, renfermant 54 grammes de soufre mou extrait du chlorure et on l'a partagée en deux parties égales. L'une, contenant 27 grammes, a été évaporée immédiatement ; le produit, abandonné sous une couche d'eau pendant 24 heures, a durci ; on l'a repris par le sulfure de carbone, et la portion soluble a été isolée par évaporation et traitée comme la première. Cette opération réitérée a formé finalement, au bout de quelque jours, 3 grammes de soufre octaédrique. L'autre portion contenant 27 grammes a été abandonnée à elle-même pendant 3 mois. Il s'en est séparé 4 grammes de sou-

fre insoluble, spontanément; au bout de 3 mois, on a soumis la liqueur aux mêmes opérations que ci-dessus et obtenu 12 grammes de soufre octaédrique. Ainsi le soufre mou du chlorure se change spontanément en soufre octaédrique au sein de sa dissolution sulfocarbonique. J'ai établi ailleurs qu'il en est de même du soufre mou des hyposulfites; mais le soufre mou du chlorure se change bien plus lentement et bien moins complétement que le soufre mou des hyposulfites.

» Cette stabilité supérieure du soufre du chlorure se manifeste aussi dans les conditions de formation lente : en effet, j'ai prouvé que la décomposition lente des hyposulfites produit surtout ou même presque exclusivement du soufre octaédrique ; or du soufre provenant de la décomposition spontanée du chlorure sous des influences hygrométriques dans des vases mal bouchés contenait encore, au bout de 7 ans, 50 centièmes de soufre insoluble; un autre échantillon, 27 centièmes.

» VI. *Action de la chaleur sur les diverses variétés de soufre insoluble.* — J'ai étudié cette action dans deux conditions très distinctes. 1° J'ai maintenu à 100° les diverses variétés de soufre insoluble et déterminé la proportion de soufre insoluble non transformé, au bout de divers intervalles de temps. 2° J'ai maintenu ces mêmes variétés à 111°, c'est-à-dire au voisinage de la température de fusion du soufre octaédrique et examiné les dégagements de chaleur auxquels peut donner lieu la transformation des soufres insolubles en soufre cristallisable.

» 1. Expériences faites à 100°.

100 p. soufre insoluble extrait	Après 5 minutes.	Après 15 minutes.	Après 30 minutes.	Après 1 heure.	Après 2 heures.	Après 5 heures.
du soufre liquide durci des hyposulfites	16	Entièrement transformé.	»	»	»	»
du soufre trempé	71,5	54	20	0,3	»	»
de la fleur (1er échant.)	88	60	51	23	11	7,5
de la fleur (2e échant.)	88,5	74,5	»	31	25	14
du chlorure de soufre (1er éch.)	63	ramolli	36	29	15	13,5	11
du chlorure de soufre (2e éch.)	57	ramolli	30	27	15	13	11

» Ainsi le soufre des hyposulfites est changé complétement au bout d'un quart-d'heure : c'est le moins stable. Le soufre extrait du soufre trempé ne résiste qu'une heure. Le soufre extrait de la

fleur n'est pas encore complétement changé au bout de 5 heures, et présente une stabilité sensiblement différente selon les échantillons ; le premier avait été préparé selon la méthode décrite plus haut ; le second avait en outre éprouvé l'action des vapeurs d'alcool pendant un mois, circonstance qui avait transformé en soufre cristallisable les $\frac{4}{5}$ de la masse.

» Enfin le soufre extrait du chlorure, au moins aussi stable que celui de la fleur, présente une circonstance curieuse ; sa transformation commence beaucoup plus vite, ce qui me paraît dû à la présence du soufre mou insoluble et non arrivé à sa cohésion définitive dans l'échantillon employé, dont la préparation était récente. Si l'on compare la transformation du soufre du chlorure à la transformation du soufre de la fleur, à partir de la fin du premier quart d'heure seulement, on remarquera que la transformation du premier soufre est en réalité plus lente que celle du second.

» Le soufre insoluble, extrait du soufre huileux durci des hyposulfites porté à 100°, se transforme assez rapidement pour que l'on puisse constater les phénomènes calorifiques qu'il éprouve au même moment : dans une expérience, la température d'un thermomètre noyé dans la masse de ce soufre s'est élevée à 107° ; le soufre s'était aggloméré, mais sans entrer en fusion.

« 2. Expériences à 111°. — Dans un tube de verre mince, on introduit quelques grammes de soufre et un thermomètre sensible. On place le tube dans un bain d'huile maintenu entre 111 et 112 degrés. Le soufre insoluble, extrait du soufre trempé, fond bientôt, et la température s'élève de quelques degrés au-dessus de la température du bain. Au bout d'un quart d'heure, les deux thermomètres marquent la même température. Le soufre renferme encore 6 centièmes de soufre insoluble.

» Le soufre insoluble, extrait de la fleur de soufre, se comporte de la même manière : seulement, le dégagement de chaleur est notablement plus intense et dure plus d'une demi-heure. Au bout d'une heure, le soufre renferme encore 9 centièmes de soufre insoluble.

» Le soufre insoluble, extrait récemment du chlorure, se comporte comme le précédent : le dégagement de chaleur est encore plus prolongé. Au bout d'une heure, tout est changé en soufre cristallisable.

» Deux causes peuvent concourir aux dégagements de chaleur

observés dans les expériences précédentes : la transformation du soufre insoluble en soufre cristallisable, et aussi le dégagement de la chaleur retenue par le soufre mou qui n'a pas encore pris sa cohésion définitive.

» Pour éliminer autant que possible le dernier phénomène, j'ai opéré avec du soufre insoluble extrait d'une fleur de soufre qui date de près de 50 ans. Ce soufre dégage également de la chaleur ; mais le dégagement est plus lent et semble moins considérable que celui qui répond à la fleur de soufre récente. — La température de 110°, soutenue pendant dix minutes, l'agglomère sans le fondre, et il contient encore 83 centièmes de soufre insoluble. Au bout d'une demi-heure, à 111°, il n'est pas encore complétement fondu et renferme 10 centièmes de soufre insoluble non transformé. »

Séance du 8 *mars* 1858.

Dans la dernière séance M. L. Foucault, cherchant à définir le pouvoir pénétrant de son dernier télescope de 32 centimètres de diamètre, a évalué à deux tiers de seconde la distance angulaire des dernières parties distinctement visibles au foyer de l'instrument. Ayant vérifié de nouveau les données relatives à cette détermination, M. Foucault a reconnu qu'il a apprécié l'instrument un peu au-dessous de sa valeur. En réalité ce télescope dédouble la demi-seconde ou rend distinctement visible deux points écartés de la quatre-cent-millième partie de leur distance au miroir objectif.

Séance du 10 *avril* 1858.

ZOOLOGIE. — L'observation suivante relative à un *fœtus conçu par une mule*, a été communiquée par M. Pierre Gratiolet.

« M. Paul Bert, à son retour d'un voyage en Afrique, a bien voulu me remettre un fœtus conçu par une mule qui mourut en avortant, dans la plaine du Hodna, près de Biskra. Il tenait ce fœtus de M. Schmitt, pharmacien de l'hôpital militaire de Biskra, qui a constaté *de visu* ce fait intéressant.

» Le phénomène de la conception chez les mules est en Europe extrêmement rare, et ne l'est pas moins en Afrique, si l'on en juge par l'épouvante où le fait dont nous parlons jeta les Arabes. Ils crurent à la fin du monde, et pour conjurer la colère céleste

pratiquèrent de longs jeunes ; aujourd'hui encore, ils ne parlent de cet événement qu'avec une terreur religieuse. Ainsi voyons-nous de nos jours vivre encore en Afrique ces croyances qui dictèrent autrefois les livres bizarres de Julius Obsequens et de Conrad Lycosthènes. Le gardien de la mule affirma à M. Schmitt que la mule avait été couverte par un chameau. Ceci est une assertion d'Arabe qui, ainsi que M. Bert me l'a fait remarquer, ne mérite pas un examen sérieux. »

CHIMIE. — Dans la séance du 10 avril, M. Wurtz a fait aussi communication suivante :

Lorsque, par la réaction du charbon sur le phosphate acide de chaux, le phosphore est mis en liberté, il subit l'influence de la chaleur rouge à laquelle cette réaction s'accomplit. J'ai cherché à le soustraire à cette influence en le mettant en liberté à la température ordinaire. Il se présente, dans ce cas, avec les caractères du phosphore amorphe. — Voici le procédé qui a été employé : Dans du sulfure de carbone parfaitement sec, on dissout du phosphore et de l'iode dans les proportions nécessaires pour former le composé $Ph\,I^2$. La combinaison étant effectuée, on ajoute du mercure dans le rapport de 1 équivalent de ce métal pour 1 équivalent d'iode. On abandonne le flacon à lui-même et on l'agite fréquemment. Peu à peu, à la lumière diffuse, ou dans l'obscurité, on voit le mercure se convertir en iodure rouge, et une poudre rouge-brun est mise en liberté. Au bout de deux mois, on la recueille, et on la traite par l'iodure de potassium. Il reste une poudre brune. Projetée sur un charbon incandescent, cette substance brûle avec un vif éclat. Elle s'enflamme de même dans le chlore. L'acide nitrique, même très faible, l'oxyde vivement. Exposée longtemps à l'air humide, elle finit par s'acidifier légèrement. Elle est complétement insoluble dans le sulfure de carbone. En la distillant dans un courant de gaz hydrogène, on en retire de 50 à 80 pour 100 de phosphore ordinaire soluble dans le sulfure de carbone. Cette substance est du phosphore amorphe enveloppant encore un peu d'iodure de mercure et mêlée à une petite quantité de mercure formé, sans doute, par l'action de l'iodure de potassium sur quelques traces d'iodures mercureux.

L'auteur continue ses recherches : la présente note n'a pour but que de prendre date.

Séance du 17 avril 1858.

Dans la séance du 17 avril, M. Thenard a annoncé : — que, sous l'influence des sels de chaux ou d'alumine, la décomposition des feldspaths est singulièrement activée ; — que, par suite, si l'on fait bouillir pendant plusieurs jours du phosphate d'alumine avec de la couverte de Sèvres, on obtient du phosphate de potasse ; — que le plâtre donne du sulfate de potasse ; — que le nitrate de chaux donne du nitrate de potasse. Ces expériences ont conduit M. Thenard à expliquer l'action du plâtre sur les prairies artificielles ; le plâtre sert là d'agent assimilateur d'une plus grande quantité de potasse, substance dont les prairies artificielles sont très avides. Du reste M. Thenard va continuer et développer ces observations, et les étendre à l'agriculture, comme il l'a fait pour les phosphates. — Mais on sait combien ces expériences sont longues. — La note que nous donnons ici n'est donc qu'une prise de date sur laquelle nous reviendrons en temps et lieu.

Séance du 24 avril 1858.

RÉSISTANCE DES SOLIDES. — M. de Saint-Venant présente les considérations et communique les résultats qui suivent, sur la position des points *dangereux* ou les plus exposés, dans la torsion des prismes ou cylindres ayant des bases de forme variée.

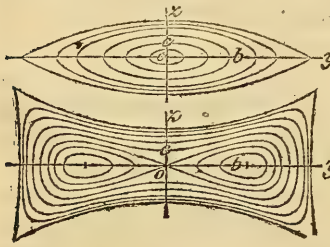
Ces points, où commencerait la désagrégation qui précède la rupture si la torsion excédait une certaine limite, sont ceux où le *glissement* que cette torsion détermine, c'est-à-dire l'inclinaison prise par les fibres ou arêtes longitudinales devenues des hélices, sur les éléments des sections planes transversales devenues des surfaces légèrement courbes, a la plus grande valeur possible.

Il a été démontré par l'auteur (Mém. des Savants étr., t. XIV, et *l'Institut*, 1853, n° 1002, et 1855, n° 1124) que lorsque la section est une ellipse, ou un rectangle, ou un triangle équilatéral, ou une de ces courbes du quatrième et même du huitième degré, symétriques et égales dans deux sens rectangulaires, pour lesquelles les glissements s'expriment en fonction entière des coordonnées, ces points dangereux ou de plus grand glissement se trouvent *aux endroits du contour les plus rapprochés du centre, ou de l'axe de torsion*, et non pas, comme on le pensait autrefois, aux points les plus éloignés.

Mais cette loi ne saurait être générale. On démontre bien qu'aux

extrémités des plus petits et des plus grands diamètres des sections symétriques le glissement est un *maximum* ou un *minimum ;* mais on démontre aussi qu'aux angles rentrants des sections, lorsqu'elles en offrent, les fibres ou arêtes restent normales à leurs éléments superficiels, en sorte que *le glissement y est nul* comme à leurs angles saillants ; d'où l'on peut inférer que lorsque les sections offrent des parties rentrantes arrondies mais d'une courbure très prononcée, le glissement doit y être un minimum et non un maximum, et qu'il doit y avoir, sur le contour, des points de plus grand glissement, intermédiaires entre ceux qui sont à la plus petite et ceux qui sont à la plus grande distance du centre.

C'est ce que l'auteur de la communication a reconnu, par l'analyse, sur les courbes du quatrième degré symétriques par rapport à deux droites rectangulaires, mais non égales dans les deux sens que ces droites déterminent.



Ces courbes, dont la figure ci-contre offre à peu près tous les types, sont représentés par l'équation suivante (*l'Institut*, n° 1124, et *Sav. étr.*, note de l'art. 104) :

$$c^2y^2+b^2z^2-n(b^2-c^2)\,(y^2-z^2)+n(y^4-6y^2z^2+z^4)=(1+n)b^2c^2$$

où $2b$, $2c$ sont le *plus grand* et le *plus petit* diamètre, dirigés respectivement suivant les axes coordonnés des y et des z (en sorte que $y^2=b^2$ pour $z=0$ et $z^2=c^2$ pour $y=o$), et n un nombre qui doit rester compris entre $\frac{\sqrt{2}-1}{2}=0{,}207107$ et $\frac{-c^2}{b^2+c^2}$ pour que les courbes soient fermées. Les courbes de la partie supérieure de la figure sont relatives aux valeurs négatives de n ; celle qui enveloppe les autres répond à $n=$ sa limite négative $\frac{-c^2}{b^2+c^2}$. Les courbes de la partie inférieure sont données par les valeurs positives de n ; celle qui enveloppe les autres répond à $n=\frac{\sqrt{2}-1}{2}$, cas où l'équation peut être écrite :

$$[y^2-(\sqrt{2}-1)^2z^2-b^2]\ [z^2-(\sqrt{2}-1)^2y^2-c^2]=0$$

en sorte que le contour est formé alors par deux hyperboles qui se coupent, et dont les asymptotes ont pour équation $y=\pm(\sqrt{2}-1)z$ et $z=\pm(\sqrt{2}-1)y$. La courbe en ∞ répond à $c=0$; et on a figuré, même, des courbes composées de deux orbes séparés, pour lesquelles le petit diamètre $2c$ est imaginaire, ou c^2 est négatif.

Comme les courbes ovales de la partie supérieure de la figure n'ont pas de portion rentrante, les points dangereux ou de plus grand glissement, lorsqu'on les prend pour sections de prismes tordus, sont constamment aux *extrémités du petit diamètre* $2c$.

Il en est de même des courbes de la partie inférieure, répondant à n positif, quand le rapport $\frac{c}{b}$ du plus petit au plus grand diamètre ne descend pas au-dessous d'une certaine limite qui diminue avec n.

Mais si $\frac{c}{b}$ est moindre que cette limite, les extrémités du petit diamètre deviennent des points de *minimum* du glissement. Les points de plus grand glissement ne passent pas pour cela aux extrémités du grand diamètre $2b$; ils se trouvent, au nombre de quatre, placés entre les premières extrémités et les secondes.

Pour déterminer cette valeur-limite du rapport $\frac{c}{b}$ au-dessous de laquelle le glissement aux extrémités du petit diamètre cesse d'être un maximum et devient un minimum parmi ceux qui ont lieu dans le voisinage sur le contour de la section, il faut exprimer que le coefficient différentiel du second ordre du glissement par rapport à l'abscisse y, pour des valeurs correspondantes de l'ordonnée z du même contour, passe d'une valeur négative à une valeur positive, c'est-à-dire *est égal à zéro quand* $y=0$, $z^2=c^2$. Or, g étant le glissement, on a $g^2=g'^2+g''^2$, g' et g'' étant ses composantes ou projections suivant y et z, déterminées par

$$-g'(b^2+c^2)=\theta z[1+(1+2n)(b^2-c^2)-4n(3y^2-z^2)]$$
$$g''(b^2+c^2)=\theta y[1-(1+2n)(b^2-c^2)+4n(y^2-3z^2)]$$

où θ est l'angle de la torsion par unité de longueur du prisme.

En ajoutant les carrés, et égalant à zéro après avoir différentié deux fois par rapport à y, et remplacé $\frac{d^2.z^2}{dy^2}$ par sa valeur tirée de l'équation du contour, puis faisant $y=0$, $z^2=c^2$, $\frac{d.z^2}{dy}=0$, on obtient entre n et le rapport $\frac{c^2}{b^2}$ l'équation du second degré :

$$(1-15n+38n^2)\left(\frac{c^2}{b^2}\right)^2-(1+10n-8n^2)\frac{c^2}{b^2}+n(n+1)=0,$$

d'où l'on tire successivement

Pour $n=0{,}2071$; $0{,}2$; $0{,}1$; $0{,}0827$; $0{,}05$; $0{,}01$; 0

$\frac{c}{b}=0{,}3247$; $0{,}320$; $0{,}249$; $0{,}2332$; $0{,}192$; $0{,}097$; 0.

Les points dangereux restent donc aux extrémités du petit diamètre $2c$, ou aux endroits les plus proches de l'axe de torsion (qu'on suppose passer au centre de la section) tant que le rapport $\frac{c}{b}$ des deux diamètres ne descend pas au-dessous de $0{,}3247=\frac{1}{\sqrt{1+6\sqrt{2}}}$ ou du tiers environ, n ayant sa plus grande valeur $0{,}207107$. Quand n n'a que la valeur $0{,}1$, ce rapport peut descendre à $0{,}249$ ou au quart à peu près, etc.

Lorsque $\frac{c}{b}$ descend au-dessous de ces valeurs numériques, les quatre points dangereux sont plus ou moins à droite et à gauche des extrémités du petit diamètre $2c$. Le carré de leur abscisse y est $\frac{\sqrt{2}}{24}(1+\sqrt{2})^2\left[b^2-c^2(1+6\sqrt{2})\right]$ lorsque $n=0{,}2071=\frac{\sqrt{2}-1}{2}$; cette abscisse, ainsi que le plus grand glissement qui doit entrer dans l'équation de résistance permanente à la rupture, se déterminent par tâtonnement numérique quand n a une autre valeur.

Quelques-unes des sections considérées ici peuvent avoir un intérêt pratique, car on peut leur assimiler plus ou moins celles

des rails de chemin de fer, qui sont soumis quelquefois à des efforts tendant à les tordre.

Séance du 1 mai 1858.

M. Léon Foucault fait connaître à la Société les résultats qu'il a obtenus en poursuivant ses études sur la construction des télescopes en verre argenté.

« Depuis le jour de ma première communication, dit-il, les quinze mois qui se sont écoulés ont montré que l'argenture sur verre se conserve bien et qu'on peut désormais l'introduire sans crainte dans la composition des grands instruments d'optique. D'ailleurs la réaction par laquelle le dépôt s'opère a été régularisée de telle sorte qu'il arrive bien rarement de manquer une pièce.

» L'instrument présenté au commencement de l'année dernière et qui s'est conservé intact a $0^m,9$ de diamètre réel et $0^m,50$ de foyer.

» M. Secrétan, qui avait exécuté le travail du verre, a abordé sans difficulté la construction d'un plus grand modèle qui présente une ouverture réelle de $0^m,18$ et une longueur focale de $1^m,50$. Ces deux grandeurs de télescope sont actuellement dans le commerce.

» Ayant principalement pour but de réaliser les grands pouvoirs optiques au profit de l'astronomie physique, j'ai encore réussi avec le concours de M. Secrétan à me procurer deux miroirs de $0^m,32$ et $0^m,36$ de diamètre, lesquels donnent de très bonnes images à la distance focale principale de $3^m,50$.

» J'estime que ces images sont bonnes, parce qu'elles présentent le même caractère de netteté et de limpidité qui déjà constituaient les qualités dominantes des instruments plus petits fondés sur le même principe. Mais pour échapper aux appréciations vagues qui laisseraient place aux illusions, j'ai voulu exprimer en nombres la valeur optique de ces deux miroirs considérés comme objectifs de télescope.

» Supposant qu'une échelle, divisée en parties égales alternativement noires et blanches, s'éloigne jusqu'à ce que les parties examinées dans l'instrument se confondent les unes avec les autres, la distance de l'échelle au miroir, divisée par l'intervalle qui

sépare les milieux de deux parties homologues consécutives, donne la mesure absolue de la netteté ou du pouvoir pénétrant.

» C'est ainsi que j'ai reconnu que mon télescope de $0^m,32$ montre distinctement les deux tiers de la seconde, ou, en d'autres termes, qu'il rend isolément visibles deux points écartés de la trois-cent-millième partie de leur distance au miroir.

» La netteté ainsi définie rend les instruments comparables sans qu'il soit nécessaire de les essayer côte à côte ; il sera donc possible d'éviter l'équivoque et de suivre en connaissance de cause les progrès accessibles au nouveau système de télescope. »

Séance du 15 mai 1858.

RÉSISTANCE DES SOLIDES. — M. de Saint-Venant communique quelques résultats relatifs *à la torsion d'un cylindre ou d'un prisme quelconque autour d'un axe extérieur, parallèle à ses arêtes.*

Les forces à appliquer tangentiellement aux divers éléments superficiels des bases circulaires d'un cylindre droit pour le maintenir tordu uniformément d'un bout à l'autre sont les mêmes, dit-il, soit que la torsion ait lieu autour de l'axe de figure ou autour de tout axe parallèle, pourvu que cette torsion soit *très petite* en sorte qu'on puisse négliger comme petites du second ordre les forces nécessaires pour *fléchir* en même temps l'axe de figure en hélice lorsque l'axe de torsion ne se confond pas avec lui.

Cette propriété n'est pas particulière au cylindre à base circulaire. Elle a lieu pour un cylindre ou prisme à base quelconque ; et l'on démontre facilement, soit en faisant un calcul complet des forces pour le cas général des bases dont le plan se change par la torsion en une surface qui a une coordonnée exprimable en fonction entière des deux autres, soit en raisonnant sur les équations différentielles qui s'appliquent à des bases absolument quelconques, que quel que soit l'axe, parallèle aux arêtes, autour duquel une *petite* torsion uniforme est opérée, les *glissements*, c'est-à-dire les inclinaisons prises sur les éléments des sections transversales primitivement planes par les *fibres* devenues des hélices, sont toujours les mêmes, et que, par conséquent, les forces tangentielles, qui sont proportionnelles à ces glissements, ont les mêmes intensités (toujours quand on néglige les petites quantités

d'ordre supérieur) quel que soit l'axe autour duquel la torsion est supposée effectuée.

On réalise facilement la torsion d'un prisme autour d'un axe extérieur en disposant symétriquement, de l'autre côté de cet axe, un deuxième prisme pareil au premier et en les unissant ensemble par plusieurs liens solides de manière qu'en se tordant simultanément ils se regardent toujours par les mêmes arêtes situées toutes deux dans un plan passant par l'axe intermédiaire, et que cependant leurs sections et leurs fibres soient partout libres de s'incliner et de se courber. L'effort à faire est égal à la somme de ceux qu'il faudrait développer pour imprimer à chacun des deux prismes la même torsion autour d'un axe intérieur, car on démontre que les forces tangentielles ou transversales qui font tordre uniformément et qui sont désignées par $g'd\omega$, $g''d\omega$ ou par $g_{xy}d\omega$, $g_{xz}d\omega$ à divers mémoires (surtout au t. XIV des *Savants étrangers*) se réduisent à un couple, ou qu'on a constamment $\int g_{xy}d\omega = 0$, $\int g_{xz}d\omega = 0$; or le moment de ce couple est, comme on sait, le même autour de tous les axes perpendiculaires à son plan, qui est ici celui d'une des deux bases du prisme.

— M. Léon Foucault annonce à la Société qu'il est parvenu à modifier la figure d'un miroir de verre primitivement sphérique, au point d'en faire approximativement le sommet d'un ellipsoïde de révolution dont les deux foyers comprennent sensiblement une distance de neuf mètres. Il en résulte qu'un télescope formé avec ce miroir et dirigé sur un objet placé à l'un des foyers donne à l'autre foyer une image totalement exempte d'aberration, bien que le miroir présente 24 centimètres de diamètre et que la distance du foyer le plus proche n'excède pas $1^m,10$. Les images sont alors d'une si grande pureté et la mise au point tellement précise qu'on en doit conclure que la surface réfléchissante qui les engendre approche autant de l'ellipsoïde que les surfaces obtenues par les procédés ordinaires approchent de la sphère.

Si l'on fait croître la distance des foyers, la surface se modifie encore et tend à se confondre avec celle du paraboloïde.

Sans vouloir entrer dans les détails pratiques, M. Foucault déclare que c'est en retouchant la surface à la main et en suivant attentivement les changements progressifs des effets optiques,

qu'il est parvenu à combattre l'aberration et à réduire la longueur du télescope à des proportions inusitées.

Le miroir de verre une fois terminé, l'argenture ne paraît altérer en rien les propriétés de la surface.

Dans le but d'apprécier numériquement le pouvoir optique du nouvel instrument, on a constaté qu'il dedouble le 30e de millimètre observé à la distance de 10 mètres.

Séance du 22 mai 1858.

GÉOMÉTRIE. — M. Paul Serret communique à la Société quelques propositions, relatives à la géométrie de la sphère, et qui paraissent compléter la série des analogies déjà constatées entre les coniques planes et sphériques.

« 1. Le lieu géométrique des points de la sphère dont les *sinus* des distances sphériques à un point et à un grand cercle fixes sont dans un rapport constant, est une conique sphérique dont l'un des foyers est au point fixe, et pour laquelle la polaire de ce dernier coïncide avec le grand cercle *directeur*.

» 2. Réciproquement, dans toute conique sphérique les *sinus* des distances sphériques d'un point quelconque de la courbe à l'un des foyers et au grand cercle qui est la polaire de ce foyer relativement à la courbe, sont dans un rapport constant.

» Remarque. La perspective d'une conique sphérique sur le plan tangent à la sphère mené par l'un de ses foyers a même foyer que celle-ci ; sa directrice est la perspective du grand cercle directeur de la conique sphérique, et réciproquement.

» 3. L'équation, en coordonnées polaires, d'une conique sphérique rapportée à l'un de ses foyers, est de la forme

$$tg\,p = \frac{p}{1 - e\cos(\omega + \alpha)};$$

elle peut aussi s'écrire $tg\,p = mtgx + ntgy + p$, l'équation $mtgx + ntgy + p = 0$ représentant le grand cercle directeur ; et réciproquement, toute équation, de l'une ou de l'autre forme, représente une conique sphérique ayant l'un de ses foyers à l'origine ; la proposition directe avait seule été établie par Gudermann.

» 4. Le lieu des points de la sphère également éloignés d'un point et d'un grand cercle fixes, est précisément la courbe qui a déjà reçu le nom de parabole sphérique, dont l'équation peut se ra-

mener à la forme $tg^2 y = 2p.\ tg\, x$ et dont le grand axe est égal à un quadrant.

» 5. Le lieu décrit par le sommet d'un angle droit circonscrit à la parabole sphérique se compose de deux grands cercles, qui sont les cercles directeurs relatifs aux deux foyers.

» 6. Le lieu des projections d'un foyer d'une conique sphérique sur les grands cercles tangents à la courbe est en général, une seconde conique sphérique : ce lieu peut se réduire à un grand cercle, mais n'est jamais un petit cercle de la sphère. »

Séance du 29 mai 1858.

GÉOMÉTRIE. — M. Catalan communique le théorème suivant :

1° Le lieu des points d'inflexion I des cycloïdes accourcies, engendrées par les points A du rayon OC d'un cercle roulant sur une droite XY, se compose de la double cycloïde qui serait engendrée par le point de contact C considéré comme appartenant au cercle décrit sur OC comme diamètre.

2° Cette double cycloïde, lieu des points d'inflexion I, enveloppe les cycloïdes accourcies, engendrées par les points A.

Séance du 3 juillet 1858.

M. Léon Foucault a communiqué, dans cette séance, de nouveaux détails sur la construction des télescopes en verre argenté dont il a déjà entretenu plusieurs fois la Société.

Dans une précédente séance, il a annoncé qu'en agissant sur un miroir de verre primitivement sphérique, il l'avait transformé sans en altérer le poli en ellipsoïde de révolution, fonctionnant sans aberration optique pour une distance finie. Depuis, M. Foucault a répété la même opération sur un autre miroir qu'il dit avoir changé en un sommet de paraboloïde fonctionnant comme miroir de télescope pour les objets situés à l'infini.

Ce nouvel instrument a 24 centimètres de diamètre et 1 mètre de distance focale ; il montre distinctement des points distants les uns des autres de la deux cent cinquante millième partie de leur distance au miroir, d'où il suit que dans l'image focale les dernières parties distinctes n'excèdent pas $\frac{1}{250}$ de millimètre.

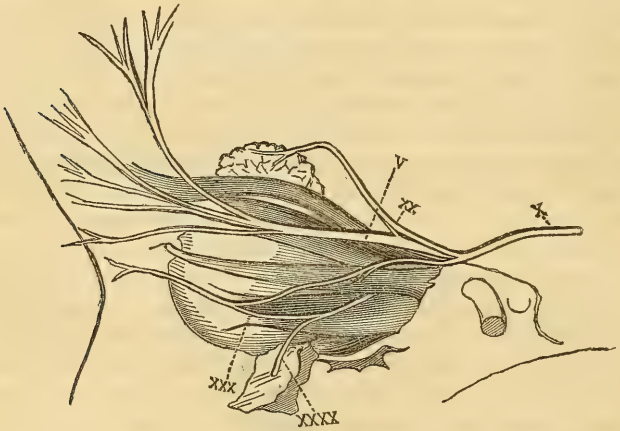
Pour démontrer que dans un pareil instrument, dont la longueur n'atteint pas cinq fois le diamètre du miroir, tous les rayons réfléchis concourent d'une manière efficace à la formation de l'i-

mage focale, on peut recourir à une épreuve bien simple. Après avoir dirigé le télescope sur des objets d'épreuve convenablement choisis, on restreint par un diaphragme l'étendue de la surface libre de l'objectif, et ce changement, loin de produire un meilleur effet, en écartant les rayons nuisibles, compromet la qualité des images et fait disparaître des détails qu'on saisissait d'abord à miroir découvert. Ce résultat est du reste entièrement conforme aux indications de la théorie, car dans le système des ondulations la convergence d'un faisceau conique est d'autant plus exacte que les rayons extrêmes viennent se croiser sous un angle plus ouvert.

Séance du 17 juillet 1858.

NÉVROLOGIE. *Connexions entre le pathétique et l'appareil lachrymal.* — La communication suivante a été faite par M. Eugène Curie.

« Swan a figuré dans son atlas sur le système nerveux un rameau allant du pathétique à la branche lachrymale de l'ophthalmique. Ce résultat a été contesté ; les uns n'ont pas admis ce rameau, les autres n'y ont vu qu'un filet de la cinquième paire. — Voici comment la chose se passe d'après mes observations :



» Le nerf pathétique s'accole à la 5e paire au niveau de l'émis-

sion de la branche lachrymale. C'est une véritable fusion, en sorte que toute séparation est artificielle et qu'il serait par conséquent difficile d'affirmer que la glande ne reçoit pas de rameau du pathétique x. D'ailleurs, il est toujours possible de suivre un filet se rendant du pathétique sur le rameau lachrymal qui semble ainsi formé de deux filets, l'un provenant de la partie inférieure de la 5e paire, l'autre, xx, provenant de la partie supérieure et dont la continuation directe avec le pathétique paraît évidente. Ce rameau est quelquefois considérable, et alors on peut parfaitement distinguer qu'il est absolument différent des rameaux rétrogrades que la 5e paire envoie au pathétique, ainsi que d'un filet de la 5e paire qui embrasse parfois le pathétique comme dans un anneau.

» Ce n'est pas la seule connexion qui existe entre le pathétique et l'appareil lachrymal. En effet, dit M. Curie, j'ai constaté l'existence d'un filet de communication que je crois constant entre le pathétique et la branche nasale de la 5e paire. Ce filet, xxx, croise supérieurement le muscle grand-oblique. Sa ténuité, son accolement contre le nerf frontal, quelquefois jusqu'au point de jonction avec le pathétique, et son application contre l'aponévrose orbitaire, expliquent pourquoi il a échappé à l'attention des anatomistes. La plupart du temps on doit le couper en ouvrant l'aponévrose orbitaire.

» Voici maintenant quelques considérations physiologiques qui découlent des faits précédents.

» La glande lachrymale paraissait dépourvue de nerfs moteurs, et ce fait était en désaccord avec ce qu'enseigne la physiologie sur l'excrétion des glandes. Or, n'est-il pas curieux de voir le pathétique, par ses terminaisons au muscle grand-oblique et par les deux rameaux qu'on vient de décrire, présider à la fois dans la douleur à la position du globe oculaire, à l'excrétion des larmes et à leur écoulement, puisque le nerf nasal se distribue au sac et aux muscles qui l'entourent ?

» Je sais qu'on a voulu contester que le muscle grand-oblique fût l'agent actif dans la position que prend l'œil dans la douleur ; mais je crois au contraire qu'il faut lui maintenir cette attribution. En effet, il ne saurait y avoir de doute au sujet de l'élévation en masse du globe oculaire. Le muscle grand-oblique élève le globe oculaire, le rapproche de la paroi interne, le fait saillir en avant et tend aussi à cacher l'œil derrière la paupière supérieure.

» Maintenant arrivons à la partie sérieuse de l'objection. Exécute-t-il un mouvement de rotation qui fait tourner la cornée en bas? Je ne pense pas que son insertion au globe oculaire soit assez postérieure pour obtenir à cet égard un effet sensible ; et d'ailleurs l'insertion secondaire à tout ce tissu fibreux qui entoure la partie postérieure du globe oculaire, doit largement compenser la petite action qu'il pourrait avoir en ce sens.

» J'ai vainement cherché une relation entre la glande lachrymale et le ganglion ophthalmique ; quelques filets rétrogrades venant de ce ganglion m'ont seuls paru avoir avec elle quelques connexions possibles, mais je n'ai pu les suivre assez loin.

» M. Dubarry a montré sur une des pièces qu'il a présentées au concours pour la place de prosecteur des hôpitaux un filet qui allait directement du ganglion à la glande ; malheureusement sa pièce était desséchée, et par conséquent n'était point suffisamment démonstrative. C'est ici le lieu de remarquer combien sont stériles pour la science ces névrologies desséchées qu'un vieil usage admet encore, et qui devraient être réprouvées, malgré l'incontestable habileté dont les anatomistes qui suivent encore cette méthode de la dessiccation font preuve tous les jours.

» Encore un mot au sujet de l'appareil lachrymal : la glande reçoit-elle des filets du nerf maxillaire supérieur au moyen de l'anastomose établie entre le nerf et le filet lachrymal de la branche ophthalmique? Il me semble qu'il peut y avoir des doutes à ce sujet. En effet, j'ai trouvé cette anastomose remplacée par deux filets provenant, l'un du lachrymal supérieur, l'autre de la branche du maxillaire supérieur ; ces deux filets, au moment de s'anastomoser, perçaient la paroi de l'orbite par deux trous séparés bien que très rapprochés. »

Explication de la figure.

Elle représente l'ensemble de l'œil droit vu de son côté interne.

x. Nerf pathétique.

xx. Filet de jonction qu'il envoie au rameau lachrymal du nerf frontal v.

xxx. Anastomose d'un filet interne du pathétique avec la branche nasale de l'ophthalmique.

Séance du 7 août 1858.

ORGANOGRAPHIE VÉGÉTALE. — M. Trécul a communiqué, dans cette séance, des observations sur des *cristaux organisés et vivants*, dérivant d'une petite cellule et reprenant à la fin l'aspect cellulaire.

Ces corps singuliers se rencontrent dans l'albumen du *Sparganium ramosum*. Quand on étudie sous le microscope la forme de cet albumen, on trouve qu'il est composé de deux sortes de grains. Les uns sont assez petits, de 0,0075 de millimètre environ, d'un volume assez régulier, globuleux ou ovoïdes, souvent atténués par un bout; ils sont bleuis par l'iode; ce sont des grains d'amidon. Les autres grains sont beaucoup plus gros, de dimension plus inégale, de formes plus variées. Tantôt ils sont simples et tantôt composés. Les grains simples ont assez souvent un contour hexaédrique, mais leurs arêtes et leurs angles sont obtus, arrondis; ils ont fréquemment une cavité centrale assez étendue, qui rappelle celle d'une cellule à parois très épaisses. Les grains composés sont très irréguliers dans leurs formes; ils paraissent constitués d'un agrégat de petites cellules dont les côtés libres saillants donnent à la masse un aspect mamelonné. Ces corps, à la première vue, ne frappent que par leur dimension beaucoup plus considérable que celle des grains d'amidon qui les environnent et dont ils sont couverts ordinairement. Ils donnent l'idée de grains de fécule beaucoup plus volumineux que les autres. Mais lorsqu'on les examine, principalement sur le *Sparganium natans*, on est surpris de la régularité avec laquelle ces corps ou leurs agrégats sont revêtus par les grains de fécule. Ces derniers sont si pressés à leur surface qu'ils sont devenus polyédriques. Leur forme porte à croire qu'ils sont nés là, et cette idée acquiert d'autant plus de vraisemblance que ces granules d'amidon sont atténués par l'extrémité qui touche le corps central auquel ils semblent attachés par cette pointe. Si l'on ajoute de la teinture d'iode, ils prennent une belle couleur jaune, plus ou moins foncée suivant la quantité d'iode ajoutée. L'addition d'un peu d'acide sulfurique légèrement dilué les gonfle en donnant plus d'intensité à la teinte. Ils ont alors toute la figure de cellules formées d'une membrane mince et remplies d'une substance jaunissant sous l'influence de l'iode

et de l'acide sulfurique. Cet acide plus concentré finit par les décomposer, en leur faisant subir la même altération qu'aux membranes cellulaires infiltrées de matières azotées. Il les transforme en un liquide d'apparence oléeuse, brun-jaunâtre, divisé en une multitude de gouttelettes.

En remontant à l'origine de ces corps, on les trouve remplacés par de magnifiques cristaux, par des rhomboèdres à angles aigus et à arêtes tranchantes, ou par de belles plaques hexaédriques de la plus grande régularité, ou quelquefois un peu allongées, mais conservant toujours le parallélisme de leurs côtés deux à deux. Les rhomboèdres et les lames hexaédriques ont parfois au centre une petite cavité de forme variable, et les uns et les autres se groupent suivant les lois de la cristallographie. En examinant avec attention les lames, on s'aperçoit que leurs côtés ne sont pas homologues; ils sont alternativement inclinés vers l'une ou l'autre face de la lame, et cette inclinaison donne des angles égaux à ceux des rhomboèdres, en sorte que ces lames auraient pour forme primitive le rhomboèdre. On acquiert cette conviction quand on voit les deux formes réunies, c'est-à-dire des rhomboèdres naissant des lames hexaédriques.

Mais ce n'est pas là tout; ces jolis cristaux si réguliers perdent quelquefois en partie par la végétation leurs formes géométriques. Il n'est pas rare de trouver, en effet, des lames hexaédriques qui deviennent mamelonnées sur leurs deux faces, ou même sur deux ou trois de leurs côtés, les autres côtés restant géométriques. L'auteur a vu de ces mamelons qui étaient très volumineux et qui offraient une grande cavité à l'intérieur. On avait ainsi l'union en apparence monstrueuse d'une cellule et d'un cristal; ce qui semble prouver que tout s'enchaîne dans la nature, puisque nous avons ici, dans un être vivant, la forme des êtres inorganisés.

Poursuivant cette étude organogénique en prenant des fruits de plus en plus jeunes, M. Trécul a vu les cristaux d'abord grossièrement dessinés, limités par une membrane formant pour les rhomboèdres une cellule elliptique, pour les lames hexaédriques une cellule circulaire. On distinguait jusqu'à un certain point la formation de ces cristaux; leurs formes primitivement irrégulières prenaient peu à peu de la régularité; leurs arêtes et leurs

angles d'abord mousses devenaient fort aigus. Quelques cellules de même nature, plus ou moins arrondies, étaient mêlées à celles qui subissent les modifications que l'on vient de décrire. Enfin, des fruits très jeunes ne donnèrent plus que des cellules ou mieux des vésicules globuleuses ou elliptiques, ayant des parois assez épaisses et une cavité relativement grande. Chez d'autres vésicules moins âgées, beaucoup plus petites, la cavité se réduisait à un point noir central; chez d'autres moins avancées encore, cette cavité n'existait plus; elles consistaient en un petit globule blanc et brillant, comme une sorte de nucléus extrêmement exigu.

En résumé, les cellules de l'albumen du *Sparganium ramosum* offrent l'exemple de cristaux qui commencent par être chacun une vésicule nucléaire; et ces cristaux végètent à la manière des cellules ordinaires, présentant parfois des éminences cellulöides qui deviennent des cristaux semblables à eux; enfin ils perdent, en vieillissant, leurs formes géométriques pour reprendre l'aspect de cellules isolées ou groupées.

Zoologie. *Structure des valves et du pédoncule de la* Lingula anatina. — M. Pierre Gratiolet a communiqué à la Société, dans cette séance, la note suivante.

« La forme générale des valves du têt en apparence corné des Lingules et des Orbicules a été assez bien indiquée par les auteurs; on sait qu'elles ne s'articulent point entre elles et, dans l'état de relâchement des muscles, un assez grand intervalle les sépare. Cette indépendance des valves, l'absence de toute charnière, étaient des conditions indispensables pour une grande variété dans les mouvements, variété qu'explique d'ailleurs la complication du système musculaire.

» (A). La structure de ces valves est très remarquable, surtout quand on se rappelle celle de la coquille des Térébratules. Elles sont composées de lames superposées, et chaque lame comprend deux feuillets, l'un corné, l'autre calcaire. La structure du feuillet corné est très difficile à démêler, l'œil n'y découvre que des fibres pâles, assez courtes, souvent interrompues. Elles ne semblent pas suivre la direction générale du feuillet, mais passer obliquement d'une de ses faces à l'autre. Leur diamètre dépasse rarement $0^{mm},001$.

» Les feuillets calcaires sont minces, très fragiles, d'une demi-

transparence. On y retrouve aisément les perforations dont la coquille des Térébratules est criblée, mais réduites à une extrême petitesse ; jamais leur diamètre ne dépasse $0^{mm},002$. Ces perforations se retrouvent aussi dans les feuillets calcaires du têt des Orbicules, mais avec une ténuité plus étonnante encore, leur diamètre ayant à peine ici $0^{mm},0005$. Dans la *Terebratula australis*, leur diamètre égale $0^{mm},05$. Il est donc cent fois plus petit dans les Orbicules et vingt-cinq fois plus dans les Lingules. Les éléments prismatiques du têt des Térébratules se retrouvent aussi dans ces feuillets calcaires, mais presque invisibles à force de petitesse.

» Il est incontestable que les perforations du têt servent dans les Térébratules à une respiration palléale extérieure. Ont-elles ici le même usage ? J'avoue n'oser rien décider à cet égard. Quoi qu'il en soit, leur existence dans les Lingules et les Orbicules est un curieux témoignage d'un plan général d'organisation dans les Brachiopodes.

» (B). L'étude anatomique du pédoncule, à peine effleurée par Cuvier, a été faite avec un rare talent par M. Vogt ; j'y reviendrai cependant dans le but de donner à certains points une précision plus grande.

» On connaît la forme du pédoncule des Lingules. C'est une sorte de massue fort allongée dont le manche se termine par un évasement. Deux parties essentielles le constituent : (*a*) l'enveloppe cornée, et (*b*) une tige centrale, élastique et contractile à la fois.

» (*a*). Structure de l'enveloppe cornée (*Hornscheide*, Vogt). Cette enveloppe est à peu près transparente dans l'état frais. Elle est légèrement teintée de brun dans la *Lingula anatina* ; cette coloration manque dans d'autres espèces. Nous y distinguerons plusieurs couches, savoir :

» α. *L'enveloppe striée extérieure*. Elle est formée par une membrane mince composée de fibrilles très pâles légèrement flexueuses, dont le diamètre maximum égale à peine $0^{mm},0035$. Le tube qu'elle constitue est sillonné par des plis et par des stries annulaires; les plis sont irréguliers; les stries, légèrement colorées en brun, sont parallèles et à peu près équidistantes. Elles doivent leur coloration à des granules très fins; des sillons irrégu-

liers divisent en très petites aréoles, disposées d'ailleurs sans aucun ordre, les intervalles compris entre les stries.

» 6. *La couche fibro-cartilagineuse.* Fort épaisse et transparente, bien que légèrement teintée de brun, elle est essentiellement formée de fibres plates, élastiques, circulairement disposées autour de l'axe du pédoncule; le diamètre de ces fibres égale environ $0^{mm},001$. Elles sont fort exactement parallèles entre elles et adhèrent fort peu l'une à l'autre ; aussi peut-on décomposer *ad libitum* l'enveloppe cornée, dont elles forment la plus grande part, en un nombre pour ainsi dire indéterminé de couches minces et transparentes ; les couches les plus profondes sont parcourues dans le sens de la longueur du pédoncule par des fibres minces, transparentes et fort clairsemées.

» 7. *L'enveloppe striée intérieure.* C'est une question très embarrassante, s'il faut considérer cette enveloppe comme faisant partie de l'étui corné, ou comme formant à la tige musculaire centrale une enveloppe spéciale. On peut la séparer avec beaucoup d'exactitude et l'isoler complétement, soit d'avec le tube *corné*, soit d'avec le muscle intérieur ; mais cette séparation, fort aisée dans le premier cas, est difficile dans le second. Ce qui explique comment, quand la dessiccation ou un commencement d'imbibition cadavérique ont altéré le pédoncule et dissocié ses parties, elle se détache constamment du tube corné et reste collée sur le muscle intérieur ; ce qui s'explique d'ailleurs si l'on remarque que les fibres qui composent ce muscle prennent leur insertion sur elle.

» Elle est d'ailleurs, sauf un peu plus de transparence dans ses éléments, presque en tout semblable à l'enveloppe striée extérieure ; on y retrouve ces bandes annulaires séparées par des stries linéaires équidistantes. Les éléments de son tissu sont les mêmes. M. Vogt, dans son mémoire, a très bien décrit et figuré cette membrane, tabl. 1, fig. 4. Toutefois, les stries sont-elles peut-être trop rigoureusement accusées ; enfin il n'a pas fait mention des petites fibres flexueuses et des granules qui sont les éléments constitutifs de cette membrane.

» (*b*). *Muscle intérieur.* Ce muscle est formé par des bandes longitudinales appliquées à la surface interne de l'enveloppe que nous venons de décrire. Ces bandes s'envoient réciproquement des

faisceaux intermédiaires et, comme M. Vogt l'a parfaitement remarqué, laissent au centre du pédoncule un espace vide. Je soupçonne que cet espace est immédiatement limité par une membrane très fine, appliquée sur les faisceaux musculaires. Des plis, ou plutôt des rides très fines, mais assez apparentes sur l'arête de ces faisceaux, paraissent indiquer l'existence de cette membrane ; cependant il m'a été impossible d'en détacher des lambeaux assez distincts pour en étudier la texture.

» M. Vogt a fort bien figuré l'ensemble de ces dispositions, tab. 1, fig. 2 et 5, et tabl. 11, fig. 20 de son mémoire. Il a également donné quelques détails intéressants, tabl. 1, fig. 6, sur les éléments fibrillaires qui composent ce muscle intérieur. « Ces fibrilles, dit-il, se montrent sous le microscope comme une foule de filaments entremêlés, d'une extrême finesse et qui rappellent assez bien les fibres primitives des muscles involontaires chez des animaux plus élevés. »

» Les fibres élémentaires que signale M. Vogt, dans ce passage, sont plates, sèches, transparentes et légèrement jaunâtres ; leur diamètre est compris entre $0^{mm},004$ et $0^{mm},006$. Leur élasticité est fort apparente et se conserve indéfiniment ; mais je doute fort de leur contractilité. Il me semble plus exact de les considérer comme de minces filaments tendineux terminant les véritables éléments musculaires.

» Ces éléments, dont n'a point parlé M. Vogt, se présentent sous la forme de cylindres à sommet conique, qui m'ont paru composés de fibrilles pâles et prodigieusement déliées. Le diamètre de ces cônes est compris entre $0^{mm},010$ et $0^{mm},020$. Leur longueur totale égale en moyenne $0^{mm},120$. Leur sommet se continue avec une fibre longue qui n'est rien autre chose que l'élément décrit par M. Vogt.

» Il ne m'a pas été possible de mesurer la longueur totale de ces petits muscles élémentaires et de leur filament tendineux. L'extrême enchevêtrement des faisceaux s'y oppose. Il m'a paru que les extrémités se terminaient l'une et l'autre dans la membrane striée interne de manière à déterminer d'espace en espace de petites courbures très rapprochées, dont la somme donne un déplacement effectif.

» Tels sont, en général, les éléments qui composent le pédon-

cule ; je vais essayer maintenant de décrire ses rapports, soit avec la coquille, soit avec les corps externes.

» (C). Des deux extrémités du pédoncule, l'une est renflée et tient à la coquille, l'autre s'atténue d'abord de plus en plus et puis elle se termine par un évasement irrégulier qui adhère aux rochers ou à d'autres corps extérieurs.

» (*a*). *Extrémité renflée.* Le renflement qui la distingue tient à une épaisseur plus grande de tous les éléments en ce point. Vers son sommet, l'enveloppe cornée présente une petite ouverture au-dessus et au-dessous de laquelle se remarquent deux dépressions profondes où se logent les sommets des valves quand l'animal les rapproche et les serre l'une contre l'autre. Un mince prolongement de muscle intérieur sort par cette ouverture et va se fixer à l'extrémité de la valve supérieure immédiatement au-dessous de son sommet.

» Cuvier n'est entré sur ce point dans aucun détail exact. » Les deux valves, dit-il, n'engrènent l'une avec l'autre par » aucune dent ; elles ne sont pas non plus attachées par un li- » gament dorsal élastique capable de les ouvrir comme le sont » celles des Bivalves ordinaires. Mais elles sont suspendues *l'une* » *et l'autre* à un pédicule commun... etc. » (*Sur la Lingule*, page 3.)

» Cette expression, « *l'une et l'autre* » indique que Cuvier admettait un rapport semblable du pédoncule avec les deux valves.

» M. Vogt, dont l'exactitude est en général si grande, paraît partager l'opinion de Cuvier sur ce point, si l'on en juge par le passage suivant où il dit en parlant des muscles intérieurs : « Sie » befestigedes sich endlich an den inneren, einander Zugewandten » seiten des Schlosses ». (*Anat. der Ling. anat.* page 3.) Il attribue enfin à ce muscle une certaine action sur les valves par suite de laquelle elles pourraient s'écarter l'une de l'autre.

» Or, voici les faits tels qu'ils sont en réalité :

» L'enveloppe cornée enchâsse assez exactement le sommet de la valve supérieure, mais sans y adhérer. La valve inférieure peut s'appliquer contre elle, mais n'adhère point. Quant au muscle central, il n'a aucun rapport avec la valve inférieure. Le prolongement très-grêle qui sort par l'ouverture de l'enveloppe cornée

s'engage *au-dessus du bord supérieur du manteau* entre ce bord et le sommet de la valve supérieure de la coquille, puis il se divise en quatre petits fascicules; deux de ces fascicules se fixent symétriquement à un espace rugueux qui se voit immédiatement au-dessous du sommet de la valve; les deux autres s'enfoncent dans le corps de l'animal ou plutôt dans la zone musculaire qui l'entoure. Rien du muscle ne va à l'autre valve. Il ne peut donc, en aucune façon, ouvrir la coquille. Mais il peut déterminer des oscillations en divers sens du corps de l'animal tout entier.

» (*b*). L'*extrémité inférieure ou adhérente* du pédoncule est plus remarquable encore; elle se termine par une sorte d'évasement où l'enveloppe striée extérieure est molle, épaisse et toute chiffonnée. Le fond de l'*évasement* est largement ouvert et donne passage à une partie molle qu'on pourrait prendre au premier abord pour un ligament d'adhérence; mais en y regardant de plus près, on y reconnaît une vésicule transparente à parois épaisses et résistantes, dont le collet se continue avec l'enveloppe striée interne. La couche musculaire qui s'amincit de plus en plus en pénétrant dans le collet s'y prolonge en une lame transparente formée de fibres plates dont le diamètre égale environ $0^{mm},008$; ces fibres enveloppent d'anses fort élégantes le fond de la vésicule. Je n'ai pu découvrir dans ce fond même au moyen d'injections poussées avec force aucun vestige d'ouverture.

» L'extérieur de la vésicule est comme hérissé de cellules ou plutôt de fibres courtes au moyen desquelles elle adhère à la couche cornée; l'intérieur contenait une matière pulpeuse composée d'un amas de corpuscules, dont chacun, examiné au microscope, est un embryon de Lingule. D'autres embryons se retrouvent, mais en moins grande quantité, dans toute l'étendue du canal central du muscle pédonculaire, qui se continue librement avec la cavité de la vésicule.

» De ces embryons, il ne restait que la coquille, dont les deux valves bien distinctes, allongées, pointues à leurs extrémités et très-finement striées, avaient à peu près $0^{mm},016$ de longueur. Quelques-uns de ceux que j'ai observés portaient évidemment un pédicule très-fin; ceux qui en manquaient l'avaient sans doute

perdu. Ils étaient en moyenne plus développés que ceux qu'on observe assez souvent dans le corps de l'animal.

» D'où provenaient ces embryons? Du corps de l'animal sans doute; mais par quelle voie? Je me suis attaché à résoudre cette question, et j'y suis parvenu d'une manière très simple. Si l'on pousse avec précaution un stylet mousse, mais très-fin, dans le canal intérieur du muscle pédonculaire, on le voit pénétrer peu à peu dans ce canal, s'engager au-dessous de la valve supérieure entre les deux faisceaux qui composent le muscle adducteur du sommet des valves, et pénétrer enfin dans le sinus viscéral au-dessus de l'intestin et du mésentère qui l'unit aux deux cœurs. Les injections démontrent le même fait et d'une manière encore plus certaine. Ainsi la cavité du corps communique avec celle du pédoncule, et conséquemment les embryons peuvent passer facilement dans celle-ci. Ils paraîtraient y subir une sorte d'incubation; en effet, on rencontre fréquemment des embryons dans le pédoncule de Lingules dont le sinus abdominal est vide, et dont les ovaires ne contiennent que des œufs. Mais par quelle voie les œufs sont-ils fécondés? Par quelle voie les embryons sont-ils émis? Voilà ce que je n'ai pu jusqu'à présent décider. Quoi qu'il en soit, et si incomplètes que soient d'ailleurs les observations que j'ai pu faire, j'ai cru devoir les faire connaître dans le but de solliciter à cet égard les recherches d'anatomistes plus heureux ou plus habiles. »

Séance du 30 octobre 1858.

CHIMIE ORGANIQUE. *Nouvelles expériences sur le tréhalose.* — Dans cette séance, qui était la séance de rentrée de la Société après les vacances, M. Berthelot a lu la note suivante :

« L'an dernier, dans une communication faite à la Société de biologie et publiée, en premier lieu, dans ses comptes rendus (août 1857), j'ai décrit les résultats auxquels je suis arrivé en étudiant le *tréhalose*, principe sucré cristallisable renfermé dans une manne venue d'Orient. Vers la même époque, dans une note lue à l'Académie des sciences de Berlin le 2 novembre 1857 (V. *l'Institut*, n° 1265, 31 mars 1858), M. Mitscherlich a décrit le *mycose*, principe sucré contenu dans le seigle ergoté. Le tréhalose et le mycose sont

isomères et jouissent des mêmes propriétés générales soit au point de vue chimique, soit au point de vue physique. On peut se demander s'ils sont réellement distincts. En comparant leurs caractères d'après la description du mycose et l'examen d'un échantillon que l'illustre chimiste de Berlin a bien voulu m'adresser, j'ai été conduit à faire une étude plus particulière de certaines propriétés du tréhalose, et notamment de son état d'hydratation, de sa forme cristalline et de son pouvoir rotatoire : d'après cette étude, le tréhalose et le mycose présentent la plus frappante analogie ; la seule différence essentielle réside dans leurs pouvoirs rotatoires. — Voici les faits.

» 1. *Hydratation.* — Le tréhalose, récemment cristallisé, peut se représenter par la formule $C^{12}H^{13}O^{13}$. Il renferme 2 équivalents d'eau de cristallisation que l'on peut chasser par la chaleur sans altérer le principe sucré ; 100 parties de tréhalose cristallisé perdent ainsi 9,7 parties d'eau : la formule exige 9,5. Le mycose présente la même composition et les mêmes phénomènes.

» Abandonné à lui-même, au contact de l'atmosphère, avec le concours d'une température de 25 à 30 degrés, le tréhalose perd une certaine proportion d'eau, variable suivant les conditions de l'expérience, mais qui finit par s'élever à la moitié de l'eau de cristallisation. Aussi la détermination de cette dernière doit être faite sur un échantillon récemment cristallisé, sinon on obtient des nombres trop faibles, une portion de l'eau ayant déjà disparu : diverses expériences exécutées sur sept échantillons distincts, préparés séparément et conservés au contact de l'atmosphère ou dans des tubes mal bouchés, ont fourni, au lieu de 9,5 centièmes d'eau, 9,0 ; 8,8 ; 8,4 ; 7,4 ; 6,5 ; 5,4, et enfin 5,0 seulement. Ce dernier nombre répondrait seulement à un équivalent.

» Le mycose n'a point été étudié au point de vue de sa déshydratation partielle à la température ordinaire.

» Si l'on chauffe à 100 degrés le tréhalose cristallisé, placé au fond d'un long tube, il entre en fusion au bout d'un certain temps. Mais si on porte lentement à 100° ou plus exactement à 97° le tréhalose contenu dans une capsule, il blanchit, devient opaque et se déshydrate complétement sans entrer en fusion. Dans une expérience, au bout de trois heures la perte d'eau était égale à 9,7 ; elle n'a aug-

monté ni sous l'influence du temps à 97°, ni sous l'influence d'une température élevée progressivement jusqu'à 160° et maintenue pendant plusieurs heures. Le tréhalose ainsi déshydraté à 100° n'est entré en fusion ni à 160° ni même à 180°; seulement à cette dernière température il s'est coloré légèrement par suite d'un commencement d'altération, et a perdu encore trois millièmes d'eau. Entre ces deux phénomènes, fusion lente à 100°, ou déshydratation sans fusion, même à 180°, on peut observer tous les intermédiaires suivant le mode d'application de la chaleur. Si l'on chauffe rapidement le tréhalose, il peut fondre seulement à 120°, à 140°, etc., après avoir perdu une certaine quantité d'eau, variable suivant la durée de la chauffe. Une fois fondu, la perte d'eau continue, avec formation de bulles plus ou moins boursouflées, et la matière devient de plus en plus pâteuse, sans toutefois passer de nouveau à l'état complétement solide.

»Le mycose peut fondre à 100°, mais, d'après M. Mitscherlich, sans perdre son eau de cristallisation. Ce n'est qu'à une température plus élevée qu'il perd cette eau en présentant des phénomènes fort analogues à ceux du tréhalose. Il paraît donc exister une différence entre la température de déshydratation du tréhalose et celle du mycose. Toutefois cette différence est si légère, qu'elle disparaîtrait peut-être à la suite d'une étude comparative.

» 2. *Forme cristalline.* — Le tréhalose cristallise en octaèdres rectangulaires et le mycose cristallise de la même manière. Voici les angles déterminés sur des cristaux de tréhalose extraits de trois préparations différentes exécutées à deux années d'intervalle ; j'y joindrai les angles du mycose d'après M. Mistcherlich.

Angle de deux faces octaédriques opposées par le sommet :

Tréhalose	1. 111° 15′ 2. 111° 31′ 3. 111° 46′	Moyenne 111° 31′	Mycose 110° 6′.

Angles des deux autres faces octaédriques opposées au même sommet :

Tréhalose	1. 63° 49′ 2. 64° 19′ 3. 63° 50′	Moyenne 63° 59′	Mycose 63° 28′ .

Angle de l'une des faces de première espèce sur son adjacente de seconde espèce :

Tréhalose	1. 115°53′ 2. 115°59′ 3. 115°30′	Moyenne 115° 47′	Mycose 115° 32′ (calculé).
	Calculé	115° 59′	

» Le tréhalose et le mycose présentent donc des formes cristallines sensiblement identiques : les différences ne sortent pas de l'ordre des différences observées entre les cristaux d'une même substance organique appartenant à deux préparations distinctes.

» 3. *Pouvoir rotatoire.* — $2^{gr},059$ de tréhalose cristallisé, $C^{12}H^{13}O^{13}$, ont été dissous dans l'eau : le volume (V) de la dissolution était égal à $13^{cc},9$.

α_j, déviation de la teinte de passage $= +59°0$

l, longueur du tube $= 200^{mm}$

température $= 15°$

» D'où le pouvoir rotatoire, rapporté à la teinte de passage $(\alpha)_j = \alpha_j \frac{V}{lp} = +199°$ pour le tréhalose hydraté et $+220°$ pour le tréhalose anhydre $C^{12}H^{11}O^{11}$.

» Ce pouvoir est exactement triple de celui du sucre de cannes. Il varie à peine sous l'influence de la chaleur, car la solution précédente, observée à la température de 60° dans les mêmes conditions, déviait de 57° au lieu de 59°, et encore l'écart diminuerait-il d'un degré environ, si l'on tenait compte de la dilatation du liquide.

» Le pouvoir rotatoire paraît indépendant du temps écoulé depuis la dissolution opérée à froid, car il ne varie pas depuis le premier instant où on peut l'observer.

» Si l'on opère avec du tréhalose récemment déshydraté sans fusion, le pouvoir rotatoire est également constant, quel que soit le temps écoulé depuis la dissolution ; en effet, une solution qui déviait de 27°2′, tout d'abord, a dévié de même de 27°3′, vingt-quatre heures plus tard.

» Le nombre indiqué plus haut $+220°$ pour le pouvoir rotatoire a été trouvé le même dans deux autres déterminations exécutées à deux années d'intervalle. En voici les données :

» I. $p = 0^{gr},504$ de tréhalose, renfermant 5,4 centièmes d'eau de cristallisation ; d'où poids réel $= 0,477$.

$V = 6^{c},0$, $l = 80^{mm}$, $\alpha_j = +14°$ $(\alpha)_j = +220°$.

» II. $p = 2^{gr},000$ de tréhalose, renfermant 5,0 centièmes d'eau de cristallisation ; d'où poids réel $= 1,900$.

$V = 15^{c},0$, $l = 200$, $\alpha_j = +55°4'$, $(\alpha)_j = +219°$.

» Ces deux résultats, obtenus tout d'abord et calculés dans l'hypothèse d'un état d'hydratation normal et égal à 9,7, avaient conduit à un pouvoir légèrement distinct et égal à $+208°$; mais j'ai depuis reconnu l'inexactitude de cette hypothèse, et déterminé directement la proportion d'eau contenue dans ces échantillons que j'avais conservés.

» Le pouvoir rotatoire du tréhalose, qui vient d'être défini, s'écarte beaucoup de celui du mycose, car ce dernier, rapporté au sucre cristallisé, d'après M. Mitscherlich, est égal à $+173°2'$, tandis que celui du tréhalose cristallisé est de $+199°$. Le premier est déduit d'une déviation égale à $+34°8'$; observée avec une solution de tréhalose de même richesse, cette déviation aurait été égale à $+40°$. La différence est de plus de $5°$, ce qui dépasse beaucoup les limites d'erreurs expérimentales. Elle ne s'explique ni par la température de l'observation, ni par le temps écoulé depuis la dissolution, toutes circonstances qui n'exercent guère d'influence sur une dissolution de tréhalose.

» On est donc conduit à admettre l'existence de deux corps presque identiques dans toutes leurs propriétés et même dans leur forme cristalline, mais distincts par la grandeur de leur pouvoir rotatoire. — Bien que cette conclusion s'accorde avec les faits observés dans l'étude des monochlorhydrates cristallisés d'essence de térébenthine, elle exige, je crois, une vérification plus complète ; j'avais l'intention de préparer et d'étudier moi-même le mycose ; mais ayant appris que M. Mitscherlich s'occupait lui-même de cette révision, j'ai cru convenable de me borner à soumettre le tréhalose à un examen plus attentif. »

Optique météorologique. *Observation d'un soleil bleu.* — M. Lissajous a communiqué à la Société dans cette séance la note suivante :

M. Laugier, dans une note communiquée à l'Académie des

sciences de Paris, a donné la description du phénomène suivant observé par lui à l'île d'Ouessant, le 22 juillet 1854 :

« ..... Au moment où le centre du soleil atteignait la ligne » parfaitement définie qui limitait l'horizon de la mer, la partie » supérieure du disque, la seule qui fût encore visible, se teinta » subitement en bleu..... Ce phénomène persista tout le temps » qu'on vit la partie supérieure du soleil. »

« Etant moi-même au bord de la mer à Benzeval (Calvados) pendant le mois d'août 1856, dit M. Lissajous, le souvenir de cette observation me porta à examiner avec attention le soleil au moment où il disparaissait derrière la ligne d'horizon. Je reconnus ainsi qu'à l'instant où il n'y avait plus qu'un très petit segment visible, ce segment se colorait en bleu verdâtre, puis disparaissait, le phénomène durait à peine une seconde. Durant un séjour de six semaines ce fait ne se présenta à moi que trois fois. Je pus néanmoins le faire observer à plusieurs personnes. — L'année suivante, pendant un séjour de quinze jours au bord de la mer dans le même lieu, je vis cette apparence quatre fois, et je pus le faire observer par un de mes collègues, M. Drion, professeur de physique au lycée de Versailles, et nous pûmes constater, en nous plaçant à des hauteurs différentes au-dessus du niveau de la mer, que le phénomène se produisait pour chacun de nous à des instants différents. — Enfin cette année, pendant le mois d'août, la pureté exceptionnelle de l'atmosphère m'a permis de voir le soleil bleu un grand nombre de fois, et de reconnaître la cause de ce phénomène. Pour cela, il m'a suffi d'observer l'astre au moment de sa disparition à l'aide d'un télescope à miroir de verre argenté construit par M. Foucault. Cet instrument, parfaitement achromatique, grossissait environ cent fois. Il m'a fait voir le soleil accompagné de franges irisées qui bordaient sa partie supérieure, absolument comme si cet astre eût été vu à travers un prisme d'un angle faible dont l'arête stringente eût été placée en haut. A mesure que le soleil s'abaissait au-dessous de l'horizon, les parties les plus brillantes du disque étaient masquées par la mer, et il ne restait de visibles que les teintes comprises entre le vert et le violet ; ces couleurs disparaissaient elles-mêmes au bout d'un temps très court.

» J'acquis donc la certitude que le phénomène était dû simple-

ment à la dispersion produite par suite de la réfraction des rayons solaires à travers l'atmosphère, les teintes les plus réfrangibles ne devenant visibles pour l'œil qu'au moment où les couleurs les plus vives du disque solaire étaient masquées par l'horizon.

» Ce phénomène n'a pas lieu quand le soleil disparaît derrière un obstacle quelconque. En effet, la dispersion n'est sensible que dans le cas où l'épaisseur de la partie de l'atmosphère traversée par les rayons solaires est assez grande ; et comme cette épaisseur croît très rapidement à mesure que le soleil se rapproche de l'horizon, on conçoit que la dispersion soit insuffisante dans toute autre position. L'éclairement général du ciel serait aussi un obstacle à la perception de cette faible teinte.

» L'observation ne peut pas se faire quand le ciel n'est pas suffisamment pur, car alors le pouvoir absorbant de l'atmosphère s'exerce de préférence sur les rayons les plus réfrangibles du spectre, et le soleil en atteignant l'horizon ne présente plus qu'une teinte rouge uniforme. Aussi l'intensité de la teinte bleue n'a-t-elle pas la même valeur aux différents jours.

» Les jours les plus favorables sont ceux où il y a mirage à l'horizon, le ciel étant d'ailleurs très pur, car alors on aperçoit au-dessous du soleil son image qui marche à sa rencontre, et, au dernier instant, l'astre et son image se colorent de la même teinte bleue, ce qui double l'étendue occupée par cette teinte, et rend par cela même le phénomène plus visible.

» Le fait dont nous venons de parler n'a évidemment aucun rapport avec des apparences analogues produites lorsque le soleil était au-dessus de l'horizon, au sein de certains brouillards secs dont la teinte jaunâtre le faisait paraître bleu par effet de contraste.

» Il est même probable, d'après les indications de M. Laugier, que le fait observé par lui n'était pas un simple effet de dispersion atmosphérique, et ne doit pas être confondu avec l'apparence essentiellement fugitive que nous avons signalée dans cette note. »

Séance du 20 novembre 1858.

HYDRAULIQUE. — M. de Caligny a signalé dans cette séance quelques propriétés de sa machine hydraulique à *oscillations indéfinies*, pour laquelle l'Académie des sciences lui décerna le prix de mécanique, le 30 décembre 1839. L'auteur rappelle

qu'il a présenté à l'Académie des sciences, le 22 octobre 1855, un moyen de faire fonctionner les deux tuyaux d'ascension de cette machine, en employant *une seule soupape*, espèce de porte de flot d'une forme particulière, mue par un piston, alternativement poussé sur chacune de ses faces, en vertu de la baisse alternative de la colonne liquide dans chacun des tuyaux d'ascension pendant que l'autre est plein ou à peu près. Pour ne laisser aucun doute sur le degré de simplicité de cette modification du régulateur, il remarque aujourd'hui que l'appareil peut n'avoir en tout *qu'une seule pièce mobile*, quoique deux colonnes liquides oscillantes fonctionnent sur un même tuyau.

Il suffit, dit-il, de concevoir l'axe de la *soupape porte de flot* prolongé suffisamment au delà de son enveloppe fixe. A cet axe est attaché une sorte de *diaphragme*, ou piston de pompe tournante, fonctionnant dans un espace angulaire disposé comme l'espèce de corps de pompe où les pistons des pompes dites *tournantes* ont un mouvement alternatif. Chacune des faces de ce diaphragme pourra être alternativement pressée par l'eau contenue dans un des tuyaux d'ascension, pendant que l'eau sera convenablement baissée dans l'autre. Il suffira pour cela que chacune des extrémités ou limites ouvertes de l'espace angulaire dans lequel fonctionne ce diaphragme soit toujours en communication, l'une avec un seul des tuyaux d'ascension, l'autre seulement avec le second tuyau d'ascension. Il n'est pas à la rigueur indispensable que, dans chacune de ses positions d'arrêt, la *soupape porte de flot* soit retenue par un ressort, à cause d'une disposition particulière de ce genre de soupapes depuis longtemps expliquée à la Société. Il ne paraît pas nécessaire qu'il y ait un semblable piston de pompe tournante à chaque extrémité de l'axe de la soupape, quoique cela ne fît encore qu'une seule pièce mobile dans tout le système.

Enfin il n'est pas nécessaire que le piston frotte à son pourtour comme dans les pompes tournantes; il pourra rester un peu de jeu entre lui et les surfaces fixes, parce qu'il pourra s'appuyer sur des siéges dans ses deux positions de repos. Quant à la crainte qu'on pourrait avoir que l'eau ne tendît à se mettre de niveau dans les deux tuyaux d'ascension, pendant le jeu de ce régulateur, il suffit de remarquer qu'on peut donner à la *soupape porte de flot* une

forme telle que sa section ressemble à deux secteurs de cercle opposés par le sommet ; de manière, en un mot, à faire en sorte que les deux tuyaux d'ascension ne communiquent pas ensemble, si l'on veut, ou ne communiquent que de la quantité qui sera reconnue sans inconvénient, soit à cause de la vitesse du jeu de la soupape, soit à cause des phénomènes de succion, etc.

M. de Caligny fait ensuite observer que si en principe cette machine peut, *sauf les résistances passives*, élever de l'eau, sans rétrécissement des tubes d'ascension, à des hauteurs indéfinies, ou dépendant de la profondeur de l'enfoncement de la soupape au-dessous du niveau du bief d'aval, on peut s'en servir pour comprimer de l'air et le faire entrer dans des réservoirs de grandeur convenable, au lieu d'élever de l'eau. Or, dit-il, au lieu d'élever de l'eau à une hauteur indéfinie, *sauf les résistances passives*, on peut s'en servir *en principe* pour comprimer de l'air à des tensions très grandes, dont la limite pratique ne peut être d'ailleurs indiquée *à priori*, à cause des secousses qui pourraient se présenter quand la tension aurait atteint une certaine force.

M. de Caligny rappelle qu'en juin 1844, il a présenté à la Société les dispositions nécessaires pour transformer une colonne liquide oscillante en *machine soufflante* ou à *compression d'air*, et qu'on peut transformer en machine soufflante ou à compression d'air toutes ses machines hydrauliques à colonnes liquides oscillantes. Ceux de ces appareils, dit-il, qui ne peuvent fonctionner sans chasser alternativement une colonne d'air, alternativement contenue dans leurs tuyaux d'ascension, *sont en principe des machines soufflantes par ce seul fait* ; il suffit, dit-il, d'employer à comprimer de l'air le travail employé à élever de l'eau.

Séance du 11 décembre 1858.

HYDRAULIQUE. — M. de Caligny a communiqué à la Société, dans cette séance, quelques observations sur les machines hydrauliques à compression d'air, fonctionnant au moyen d'une chute d'eau.

Sa communication du 20 novembre sur ceux de ces appareils dans lesquels la force vive s'emmagasine dans une colonne liquide, à chaque période, avant qu'il se soit fait un écoulement d'eau à

l'extérieur, avait principalement pour objet le cas des chutes motrices, petites ou médiocres. Il se présente, dit-il, une circonstance intéressante dans le cas où une colonne d'eau, après avoir comprimé de l'air dans un réservoir avec soupape de retenue, etc., en montant dans la seconde branche d'un siphon renversé, sort au moyen d'une oscillation descendante sans retour sensible vers la première branche qui est en communication avec la prise d'eau motrice, lorsque cette oscillation descendante n'a qu'une profondeur ne dépassant point certaines limites. Ce cas est particulièrement celui où la chute motrice est assez grande pour qu'il ne soit pas indispensable de produire des oscillations qui, par la profondeur à laquelle elles font descendre le niveau, suppléent, en vertu d'un mode particulier d'oscillations accumulées, à la petitesse de la chute motrice au moyen de la dépense d'eau.

On supposera, dans ce qui va suivre, que la colonne d'eau entrée pour refouler de l'air dans la seconde branche d'un siphon renversé est assez courte par rapport à la chute d'eau motrice.

Si la communication, étant interrompue par un moyen quelconque entre la seconde et la première branche, est établie entre la seconde et une troisième branche débouchant dans le bief d'aval, il se présente une oscillation descendante qui vide la seconde branche jusqu'à une certaine profondeur au-dessous du niveau du bief d'aval, la jonction de la seconde et de la troisième branche étant à une profondeur convenable au-dessous de ce dernier niveau.

Or, si la baisse de l'eau dans l'oscillation descendante ne dépasse point certaines limites, il se présente une circonstance intéressante, objet spécial de cette communication. La soupape, destinée à laisser entrer de l'air à la place de la colonne liquide qui sort pendant cette oscillation descendante, se fermant en temps utile, le ressort de cet air résiste de manière à ne permettre ensuite à la colonne d'eau de la troisième branche de revenir en arrière que d'une quantité assez peu importante pour qu'il n'y ait pas trop à s'en préoccuper. Il résulte même de cette circonstance que pour les machines de ce genre employées à comprimer de l'air, le régulateur n'a pas besoin d'autant de précision que pour le cas où elles sont employées à élever de l'eau. Ainsi, quand même la vidange immédiate sur le niveau du bief d'aval ne ferait pas perdre

beaucoup plus de travail que ce système de vidange par oscillation descendante, il conviendrait de ne pas négliger l'avantage quelconque provenant de cette oscillation, puisqu'elle ne complique en rien la construction de l'appareil.

L'espèce particulière de suspension alternative dont on vient de parler n'oblige pas même à prolonger la troisième branche un peu au-dessus du niveau du bief d'aval, quoiqu'il puisse être prudent de le faire pour certaines conditions, dans le détail desquelles l'auteur ne croit pas nécessaire d'entrer en ce moment.

Il est à remarquer, dit-il, que le délai pouvant provenir de ce mode de suspension alternative, permettra sans doute de diminuer les dimensions du système quelconque de piston, alternativement pressé sur les deux faces opposées, dont le jeu fera, dans diverses circonstances, fonctionner le régulateur par des moyens depuis longtemps expliqués à la Société, les dimensions de ce piston étant d'ailleurs, dans tous les cas, déterminées de manière à avoir, au besoin, égard au ressort de l'air dont il s'agit.

Il est à peine nécessaire d'ajouter que la combinaison, objet de cette note, peut s'appliquer à d'autres inventions de M. de Caligny, il ne s'agit ici que d'un exemple particulier.

— M. de Caligny a communiqué ensuite une modification de la soupape à double siége, connue sous le nom de *soupape de Cornwall*, quand elle est employée, non comme dans ses expériences, à former une portion alternativement mobile d'un tuyau, sans aucun coude ni arrêt intérieur à l'époque où elle réunit deux tuyaux alternativement séparés, mais dans le cas où l'on veut s'en servir pour boucher alternativement un tuyau transversalement, ce qu'il paraît au premier aperçu difficile de faire, sans qu'il se présente un coude brusque à l'époque où ce tuyau cesse d'être bouché ainsi.

M. de Caligny propose d'employer dans ce cas le système qu'il a présenté à la Société, le 28 juin 1851 et le 23 octobre 1852, pour diminuer la résistance des coudes, au moyen de surfaces courbes concentriques, dans diverses circonstances où l'on n'aura pas à craindre que des lames posées comme il l'a expliqué n'arrêtent des herbes charriées par le liquide. Dans le cas dont il s'agit, ces lames seraient fixes, en laissant entre elles et la soupape

de Cornwall ou vanne cylindrique l'intervalle nécessaire à son jeu.

MORPHOGÉNIE MOLÉCULAIRE. — M. M.-A. Gaudin a fait aussi la communication suivante.

« Le directeur de la *Smithsonian institution*, de Washington, m'ayant demandé une collection de mes molécules en relief pour la faire figurer dans ses galeries, l'exécution de cette commande a été pour moi la cause de nouvelles recherches qui m'ont fourni des preuves nombreuses de la vérité de ma théorie. Ceci me fournit l'occasion de mettre sous les yeux de la Société quelques molécules caractéristiques.

» En France, la théorie atomique est fort négligée, celle des équivalents domine partout, bien qu'elle soit insuffisante, à elle seule, pour établir le vrai poids des atomes, et par conséquent leur nombre vrai dans les formules, en tant qu'on vise à la connaissance de la molécule réelle, c'est-à-dire à l'élément géométrique des cristaux. — Je puis former un exemple mémorable de cette lacune regrettable.

» Il y a plus de vingt-cinq ans déjà, M. Dumas a déterminé la densité du chlorure et du fluorure de silicium. La première densité montre avec la dernière évidence qu'il existe autant de chlore dans un volume de chlorure de silicium que dans un volume de bichlorure d'étain, qui répond au bioxyde d'étain.

» En présence d'un pareil fait, il n'était plus possible de considérer la silice comme l'analogue de l'acide sulfurique non plus que des sesquioxydes d'aluminium, de fer, etc., elle devenait désormais $Si\,O^2$, comme le deutoxyde d'étain, l'acide carbonique, l'acide sulfureux, l'eau, etc.

» J'ai discuté à fond cette question dans un mémoire assez étendu qui a été inséré à cette époque dans les *Annales de chimie et de physique*; mais il a passé inaperçu; si bien que tout récemment M. Marignac a donné comme chose nouvelle la formule $Si\,O^2$ de la silice que je soutiens depuis vingt-cinq ans, en s'appuyant principalement sur les données expérimentales que nous devons à M. Dumas.

» Ainsi, dans notre siècle de lumières, il a fallu vingt-cinq ans pour qu'on commence à apercevoir la portée d'un fait qui doit

transformer toutes les formules minéralogiques dans lesquelles la silice figure.

» Sans parler des arguments fournis par la densité du chlorure de silicium, il est certain que la discussion étant portée sur les familles si variées des feldspaths, des zéolites, des micas, etc., on trouve très souvent 8 atomes d'oxygène pour la silice, quand il y en a 3 pour le sesquioxyde et 1 pour le monoxyde : c'est là une confirmation éclatante de l'induction fournie par la densité du chlorure de silicium.

» Ma théorie fournit, il me semble, un élément tout nouveau, propre à nous fixer sur le véritable nombre atomique moléculaire, c'est-à-dire sur le nombre vrai des atomes qui composent le *solide géométrique régulier*, qui est l'élément des cristaux.

» Étant donnée la formule chimique, il s'agit de déterminer quelle est la molécule cristallisable ? C'est à peu près comme si l'on disait : étant donnée la formule chimique et la *densité de la vapeur*, quelle est la molécule en atomes? Quand on demande quelle est la molécule cristallisable, on pose pour condition que le polyèdre géométrique établi aura une *relation directe avec la forme cristalline du corps*.

» Eh bien, en suivant cette marche, j'arrive toujours à un groupement atomique *unique* qui remplit toutes les conditions voulues ; et pour écarter tout reproche d'arbitraire, je me suis attaché de préférence aux corps les plus complexes qui, hors d'une solution unique parfaitement régulière, ne permettent pas d'établir un autre groupement symétrique.

» Après avoir construit la chlorite hexagonale, qui est déjà un groupe fort remarquable, j'étais à la recherche d'une substance pierreuse qui fût l'analogue de l'acide stéarique ou des stéarates, lorsque je fis la remarque que l'hydrolite et l'herschélite cristallisaient en prisme hexaédrique régulier comme l'acide stéarique : dans ce dernier minéral, analysé avec le plus grand soin par M. Damour, il se trouve 8 atomes d'oxygène pour la silice, 3 d'oxygène pour le sesquioxyde, 1 d'oxygène pour le monoxyde et 5 d'oxygène pour l'eau.

» Le problème consistait donc à grouper ces nombres atomiques de façon à obtenir l'élément du prisme hexaédrique régulier.

En prenant la formule 1 fois, 2 fois, 3 fois, 4 fois et 5 fois, on ne peut former un groupement symétrique compatible avec le prisme hexaédrique régulier; tandis qu'en prenant la formule 6 *fois*, on obtient 48 pour l'oxygène de la silice, 18 pour le sesquioxyde, 6 pour le monoxyde, 30 pour l'eau. En mettant seulement 31 pour l'eau au lieu de 30, on obtient en effet le groupe magnifique, que je mets sous les yeux de la Société : il est composé de 61 axes parallèles entre eux, 6 grands axes d'aluminate de monoxyde à 7 atomes, 24 axes de silice à 3 atomes, et 31 axes d'eau à 3 atomes, représentant 207 atomes comme le stéarate monopotassique, et ayant absolument la même forme.

» En cherchant comment je grouperais les atomes du métastannate de monoxyde d'étain hydraté découvert par M. Fremy, j'ai reconnu également que ce corps ne présentait qu'une solution, en effet :

$$5\,(Sn^{1}\,O^{2}) + S\,n^{1}\,O^{1} + 4\,(H^{2}\,O^{1})$$

montrent clairement que la molécule est carrée; on a en effet :

$$4\,(S\,n^{1}\,O^{2}) + 4\,(H^{2}\,O^{1}) + Sn^{2}\,O^{3},$$

soit un axe à 5 atomes $Sn^{2}\,O^{3}$, analogue à l'alumine, entouré de 8 axes à 3 atomes qui forment un prisme carré bi-pyramidé.

» En éliminant par la pensée les deux atomes d'oxygène extrêmes de l'axe médian à 5 atomes, il reste *un cube parfait*, composé de 29 atomes, ayant à ses 8 angles solides un atome d'hydrogène, au centre de ses 6 faces un atome d'étain, à son centre de figure et au milieu de chacune de ses 12 arêtes un atome d'oxygène ; de sorte que dans ce seul groupement de 29 atomes, on voit *un assemblage solidaire et indivisible de* 45 *axes de symétrie*, savoir :

16 fois l'eau, les 12 arêtes et les 4 diagonales du cube ;

14 fois le bioxyde d'étain, les 12 diamètres des 6 faces et les deux extrémités du grand axe;

12 fois l'étain hydrogéné, les 13 diagonales des 6 faces.

3 fois le sous-oxyde d'étain, les 3 diamètres du cube.

» Dans le cas du métastannate de potasse, un atome de potassium remplace l'un des deux atomes d'étain *du grand axe*, et

les axes de symétrie sont encore au nombre de 44, tout en donnant la preuve que dans les axes principaux il peut y avoir des atomes correspondants, de nature analogue, *mais non de même poids*.

» Cette molécule est bien près du cube; cependant elle n'est pas cubique, tant il est vrai que le cube est rare, si même il existe, dans la multitude de polyèdres réguliers qui composent la série des corps cristallisables.

» Je n'ai encore pu former un cube qu'en multipliant par 9 la formule 1A, 2B, correspondant aux bioxydes, aux bisulfures, aux bichlorures, aux bifluorures, etc.

» Ce cube, que je mets sous les yeux de la Société, présente aussi un certain nombre d'axes de symétrie ou d'équilibre ; on en compte 9 figurant l'atome métallique entre deux atomes du minéralisateur, et 24 formés par un atome du minéralisateur compris entre deux atomes de métal. »

Optique de l'œil. — M. Jules Regnauld a présenté l'analyse et les conclusions d'un travail sur la fluorescence des milieux de l'œil chez l'Homme et quelques Mammifères.

L'auteur s'est proposé de constater expérimentalement la fluorescence des milieux de l'œil, phénomène devenu très probable pour quelques-uns d'entre eux, d'après les observations de MM. L. Foucault et Stokes. Il a choisi comme source de radiation épipolique le faisceau des rayons limites, violets et ultra-violets, obtenu au moyen d'un large prisme de Nicol, suivant le procédé indiqué par le premier de ces physiciens. De plus, dans les cas douteux, il fait arriver le soleil par réflexion totale sur un prisme rectangulaire de quartz convenablement taillé, et étudie les matières soumises à l'expérience en interposant entre elles et l'œil de l'observateur un de ces verres jaunes que M. Stokes désigne sous le nom d'*absorbants complémentaires*. Le détail des précautions et du manuel opératoire sont insérés au mémoire que M. Jules Regnauld résume dans les conclusions suivantes :

1° Chez l'Homme et les Mammifères examinés jusqu'a ce moment (Bœuf, Mouton, Chien, Chat, Lapin), la cornée est fluorescente, mais à un faible degré ;

2° Chez l'Homme et ces Mammifères le cristallin est doué au

plus haut degré des propriétés fluorescentes; chez ces animaux, aussi bien que chez plusieurs Vertébrés aériens, ces propriétés persistent dans les portions centrales du cristallin (endophacine de MM. Valenciennes et Fremy) conservées par voie de dessiccation à une basse température ;

3° Les portions centrales du cristallin de plusieurs Vertébrés et Mollusques aquatiques (phaconine des mêmes auteurs) sont presque totalement privées de la fluorescence ;

4° Le corps hyaloïde ne présente qu'une très faible fluorescence due aux membranes hyalines, car l'humeur vitrée ne la possède pas ;

5° La rétine, comme l'a reconnu M. Helmholtz sur un œil humain dix-huit heures après la mort, possède une certaine fluorescence qui n'est nullement comparable pour l'intensité à celle du cristallin des Mammifères ;

6° Enfin, pour revenir à l'origine et au principe de ce travail, l'auteur conclut que s'il faut placer dans un phénomène de fluorescence la source des accidents causés par les radiations faiblement lumineuses de la lumière électrique, c'est dans l'action énergique produite sur le cristallin qu'il est naturel d'en chercher l'explication ; l'impulsion subie par la cornée ne doit pas néanmoins être négligée.

Séance du 18 *décembre* 1858.

OPTIQUE MINÉRALOGIQUE. *Propriétés optiques biréfringentes et forme cristalline de la liroconite.* — M. Descloizeaux, dans la note suivante lue par lui devant la Société, expose un nouvel exemple de l'utilité et même de la nécessité que présente la détermination des propriétés optiques biréfringentes des cristaux naturels ou artificiels lorsqu'on veut connaître exactement leur forme géométrique.

Il existe dans la nature un arséniate de cuivre et d'alumine connu sous le nom d'arséniate de cuivre *octaédrique* ou *liroconite*, dont la composition peut être exprimée, d'après les analyses de M. Damour (1), par la formule

$$2\,Cu^6\,(As\,Ph)^5 + Al^6\,(As\,Ph)^5 + 32\,Aq.$$

(1) Annales de chimie et de physique, 3e série, t. XIII.

Ce minéral se présente en cristaux d'un beau bleu céleste qui affectent la forme d'octaèdres surbaissés à base rectangulaire. Les faces de ces cristaux portent presque toujours des stries fines ou de légères ondulations qui ne permettent d'obtenir leurs incidences qu'avec une approximation de quelques minutes ; c'est donc en se basant sur leur grande symétrie plutôt que sur des mesures très précises qu'on les a jusqu'ici rapportés au prisme rhomboïdal droit. Dans cette hypothèse, les octaèdres de *liroconite* peuvent être regardés comme une combinaison d'un prisme vertical m sous l'angle de 107° 5′ avec un prisme horizontal a^1 remplaçant les angles solides obtus du premier, et faisant, avec les faces m, des angles de 133° 54′. Les clivages les plus distincts ont lieu suivant les faces m ; on en cite aussi des traces suivant les faces a^1 et même suivant la base du prisme qui serait tangente à l'arête aiguë de ces faces.

Si les axes cristallographiques sont rectangulaires, les axes d'élasticité le seront également ; par conséquent le plan des axes optiques devra coïncider, soit avec la base de la forme primitive, soit avec le plan vertical passant par la grande diagonale, soit enfin avec le plan vertical passant par la petite diagonale de la base. Or, si l'on pratique sur les angles solides obtus des octaèdres de *liroconite* deux faces artificielles parallèles au plan qui comprend leurs arêtes verticales et leurs arêtes horizontales, on voit immédiatement, par l'inspection des courbes isochromatiques produites, en soumettant la plaque au microscope d'Amici, que cette substance possède deux axes de double réfraction très écartés, dans un plan perpendiculaire au plan de la lame et faisant avec une des arêtes verticales $\frac{m}{m}$ un angle de 20° à 25° ; la bissectrice, de signe *négatif*, est également perpendiculaire au plan de la lame.

Cette disposition des axes optiques montre d'une manière évidente que la forme de la *liroconite* ne peut pas être rapportée au prisme rhomboïdal droit, mais qu'elle appartient en réalité au prisme oblique symétrique. On obtiendra la forme primitive la plus simple possible, en plaçant devant soi les arêtes aiguës considérées comme latérales dans le système du prisme droit, ce qui

donnera un prisme rhomboïdal de 72°55′, offrant un clivage difficile suivant une base dont l'inclinaison sur l'axe vertical, très voisine de 90°, reste pourtant indéterminée. La détermination de cette inclinaison exigerait en effet la connaissance exacte des incidences entre les troncatures e^1, situées maintenant sur les angles latéraux de la forme primitive, et les faces m antérieures et postérieures; or, d'après l'apparence habituelle des octaèdres de *liroconite*, ces incidences devant être presque identiques, leur différence ne saurait être constatée que si les faces étaient beaucoup plus unies et plus miroitantes qu'elles ne le sont ordinairement (1).

Les phénomènes optiques de la *liroconite* offrent une nouvelle preuve de la séparation absolue qui existe entre les différents types cristallins auxquels on rapporte les formes de tous les cristaux connus. On sait que ces types sont au nombre de six, et que quelques observateurs, pour expliquer les phénomènes d'isomorphisme et de plésiomorphisme, ont cherché à réduire ce nombre à trois ou quatre seulement. Considérée d'une manière purement géométrique, l'idée de faire dériver les types obliques de types rectangulaires peut présenter une apparence de vérité; car il ne paraît pas impossible d'obtenir un rhomboèdre à l'aide de l'allongement très-faible d'une des diagonales du cube, un octaèdre carré à l'aide d'un changement du même genre sur l'octaèdre

(1) Contrairement à l'opinion généralement reçue, M. Breithaupt admet, dans son *Traité de minéralogie*, que les octaèdres de *liroconite* affectent une forme hémiédrique dérivée d'un prisme rhomboïdal droit; il base son opinion sur ce qu'on voit des angles rentrants dans quelques cristaux en apparence mâclés, et sur ce que l'arête d'intersection des faces désignées ici par e^1 est oblique, et non perpendiculaire à l'arête des faces m, avec laquelle elle ferait un angle de 86°. Cette obliquité, qui résulte forcément de la disposition des axes optiques, n'est peut-être pas aussi forte que l'indique M. Breithaupt; malheureusement les cristaux que j'ai eus à ma disposition n'étaient pas assez nets pour m'en assurer. Autant que j'ai pu en juger sur ces cristaux, le plan des axes serait dirigé dans l'angle aigu de la section verticale parallèle à la diagonale inclinée de la base. Quant aux mâcles dont parle M. Breithaupt, je n'en ai pas vu une seule dans une douzaine de lames que j'ai fait traverser par un faisceau de rayons parallèles et polarisés.

D.

régulier, etc. Ces passages semblent même indiqués dans les cristaux voisins d'une forme limite, par une symétrie des modifications analogue à celle que possède la forme limite elle-même ; c'est ainsi que le sulfate de protoxyde de fer a longtemps été regardé comme dérivant du rhomboèdre, et la *datholite* comme appartenant au prisme rhomboïdal droit. Mais si l'on compare les propriétés optiques des six types cristallins de la minéralogie, on voit qu'elles sont complétement incompatibles et qu'il n'existe aucun passage d'un système à l'autre. Ainsi le rhomboèdre le plus voisin de 90° possède toujours un axe de double réfraction, tandis que le cube a la réfraction simple; le prisme rhomboïdal droit le plus rapproché du prisme carré peut avoir des axes optiques excessivement écartés, comme nous le montre la *mésotype;* le prisme oblique symétrique le plus voisin du prisme rhomboïdal droit, tel qu'est celui de la *liroconite*, possède des axes optiques ouverts dans un plan dont la direction s'écarte beaucoup de celle des axes cristallographiques.

On conçoit, du reste, qu'il en doive être ainsi, et qu'il ne puisse pas en être autrement. Car le rapprochement ou même la presque identité que certains cristaux offrent avec les formes limites du cube, du prisme droit à base carrée, etc., n'existe qu'à une température déterminée, et si l'on pouvait chauffer convenablement ces cristaux, on les verrait changer de figure et prendre des formes évidemment incompatibles avec les formes limites, puisque, des trois axes d'élasticité, deux au moins étant inégaux, la dilatation se répartirait d'une manière inégale suivant ces axes.

HYDRAULIQUE. — M. de Caligny a présenté dans cette séance une note sur une combinaison de la soupape de Cornwall avec le tiroir dont il avait entretenu la Société le 20 juillet 1839; il a communiqué ensuite des expériences sur les ondes liquides.

I. Dans les expériences répétées à l'École des mines en 1837, devant une commission de l'Académie des sciences, M. de Caligny mettait alternativement le tuyau vertical d'une de ses machines hydrauliques en communication avec un tuyau de conduite débouchant par l'autre extrémité dans la prise d'eau, et avec un tuyau de décharge. Ces deux derniers tuyaux étant horizontaux, l'un était bouché par le tiroir, quand l'autre était ouvert.

Ce tiroir se compose d'un bout de tuyau toujours ouvert à son extrémité supérieure, toujours fermé à son extrémité inférieure, et percé latéralement d'un orifice venant se poser alternativement devant l'un des deux tuyaux horizontaux dont il s'agit, selon que le tiroir est haussé ou baissé.

Au-dessous de cet orifice un bout de cylindre plein prolonge le tiroir, de manière que le tuyau horizontal inférieur soit bouché pendant que l'orifice latéral se présente devant l'autre tuyau horizontal. Il est à peine nécessaire d'ajouter que ce tiroir est taillé de manière à permettre à l'eau de circuler autour de lui pour éviter le frottement qui résulterait sans cela de la pression latérale du liquide, sans cependant permettre d'écoulement aux endroits où il doit être alternativement interrompu.

M. de Caligny rappelle qu'il a construit des tiroirs de ce genre, en disposant, aux hauteurs convenables, des pistons annulaires attachés extérieurement aux tiroirs. Mais les moyens de construction ayant été très perfectionnés depuis l'époque où il présenta ce tiroir, il croit pouvoir aujourd'hui proposer une modification évitant toute espèce de frottement du tiroir contre des corps solides, et sur laquelle il n'a peut-être pas assez insisté dans ses premières communications verbales, à cause des difficultés de construction qui pouvaient exister encore à cette époque déjà ancienne.

Il propose, au lieu d'employer des pistons annulaires extérieurs avec garniture, de faire ces pistons entièrement métalliques, fondus tout d'une pièce avec le tiroir, et de tailler ces pistons par-dessus et par-dessous, de manière qu'ils puissent appliquer alternativement une surface conique sur un siége annulaire fixe taillé convenablement. Le mode de fermeture et les ajustages seront parfaitement analogues à ceux des soupapes circulaires en usage.

La difficulté pratique consiste en ce que plusieurs de ces pièces annulaires, fondues avec le tiroir, devront en même temps porter sur plusieurs autres pièces annulaires, ou siéges fixés au bout de tuyau fixe ou corps de pompe dans lequel joue le tiroir, et en ce que la fermeture devra se faire convenablement, non-seulement quand le tiroir sera à l'une des extrémités de sa course, mais quand il sera à l'autre extrémité, les faces opposées de ses pièces annulaires extérieures devant s'appuyer contre les siéges fixes. Mais avec une

bonne exécution, l'auteur fait observer que ce moyen évite toute espèce de frottement du tiroir contre des corps solides, sauf celui des guides, et celui qui pourrait résulter des herbes dans les circonstances où il n'y aurait pas moyen de s'en débarrasser; qu'il permet d'ailleurs de profiter de l'extrême précision que le principe de la machine à colonne d'eau lui a permis de donner au jeu du tiroir rappelé au commencement de cette note, par le mode d'action alternative des colonnes d'eau sur le fond du tiroir. Dans les expériences répétées à l'École des mines en 1837, c'était un contre-poids qui relevait le tiroir en temps utile. L'auteur rappelle qu'au lieu d'un contre-poids solide, on peut employer un *contre-poids liquide;* c'est-à-dire, soit une colonne d'eau dans un tube recourbé, disposé au-dessous du corps de pompe dans lequel joue le tiroir, soit tout simplement la pression de l'eau du bief d'aval au-dessous du tiroir. Les oscillations seraient alors combinées, ainsi qu'il l'a expliqué depuis longtemps à la Société, et l'a d'ailleurs rappelé d'une manière succincte dans sa dernière communication sur les machines soufflantes ou à compression d'air, auxquelles la disposition, objet de cette note, peut aussi être appliquée. La résistance de l'eau au coude brusque de ce tiroir pourra d'ailleurs être atténuée au moyen du système de lames courbes concentriques rappelé dans la dernière séance.

Quant à l'emploi de ces lames pour diminuer aussi la résistance de l'eau dans les coudes brusques résultant de l'emploi des soupapes de Cornwall ou des vannes cylindriques, telles qu'elles sont indiquées dans la dernière séance, il est à peine nécessaire de rappeler que, dans les circonstances de ce genre, ce n'est plus à proprement parler de lames courbes qu'il s'agit, mais de surfaces courbes de formes analogues à celles de pavillons de trompette rentrant les unes dans les autres.

II. M. de Caligny a communiqué aussi dans cette séance des expériences sur les ondes résultant, dans un canal, du mouvement vertical alternatif d'un corps solide. Il s'agissait de voir si, dans cette espèce d'ondes, appelées *courantes*, il y a ou il n'y a pas un mouvement de translation sensible.

M. de Caligny rappelle que lorsqu'il présenta des expériences sur ces ondes à l'Académie des sciences, M. Arago remarqua principa-

lement dans son mémoire le fait nouveau du recul sur le fond observé après le passage de plusieurs ondes. Mais ce mouvement n'étant que de quelques centimètres dans les circonstances où ces expériences furent faites, M. de Caligny a fait de nouvelles observations sur un canal d'une beaucoup plus grande longueur, dont les dispositions particulières seront prochainement expliquées dans une note plus étendue. Ce n'est plus de quelques ondes, mais de plusieurs centaines d'ondes qu'il s'agit; de sorte que les déplacements étudiés ne sont plus de quelques centimètres, mais de plusieurs mètres, ce qui établit le phénomène d'une manière plus évidente. Cependant, comme les grains de raisin répandus sur le fond, quelque ronds qu'ils fussent, offraient une cause quelconque de frottement ou même d'irrégularité dans les mouvements de va-et-vient, il était plus rigoureux d'observer les déplacements des corps légers répandus à la surface, tels que des brins d'herbe quand il ne faisait pas de vent.

Or, soit qu'on observe le recul sur le fond, soit qu'on observe le déplacement en sens inverse à la surface, c'est-à-dire le mouvement de progression qui se présente à la surface, on voit que le phénomène varie d'intensité selon la distance où les déplacements observés sont du point où les ondes sont engendrées par un mouvement de va-et-vient vertical. Ces déplacements sont d'autant plus grands qu'on les observe plus près de ce dernier point. Il y a d'ailleurs lieu de croire qu'ils se compensent à peu près dans une certaine région du canal; car, à de grandes distances, ils ne sont plus assez sensibles pour qu'on soit certain de leur existence quant à présent. Or, cela n'aurait pas lieu s'il se faisait réellement un transport notable du liquide de la première partie du canal à celle où l'on n'observe pas de déplacement bien sensible après le passage des ondes. Les déplacements dont il s'agit diminuent même assez rapidement, à mesure qu'on les observe à des distances très-différentes de l'origine du mouvement. Ainsi, dans des limites assez étendues, si l'on considère successivement à la surface les petits flotteurs à des distances diverses de cette origine, les déplacements observés diminuent à peu près comme les termes d'une progression géométrique. Ils diminuent ensuite moins rapidement, mais, étant déjà beaucoup moindres, ils deviennent moins faciles à observer. Quelques détails sur ce sujet se-

ront l'objet d'une prochaine communication. On peut dès aujourd'hui remarquer que l'entraînement des corps flottants, même à des distances considérables, n'est plus une preuve de translation réelle dans tout l'ensemble de la masse liquide en ondulation, à cause des déplacements en sens contraire dans les régions inférieures.

— M. de Caligny a communiqué il y a longtemps à la Société des observations sur la comparaison des vitesses apparentes de ces ondes courantes avec celle des ondes appelées *solitaires*, qui, étant engendrées dans certaines conditions après les premières, par des moyens particuliers, finissaient cependant par les atteindre, et allaient par conséquent plus vite.

La grande longueur du canal sur lequel il a opéré depuis cette époque lui a permis de varier les observations, d'où il paraît résulter que les deux espèces d'ondes ne vont pas plus vite l'une que l'autre quant à la translation apparente, dans le cas où, à force de patience, *on parvient à leur donner sensiblement la même hauteur*. Ce qui fait croire que les ondes *solitaires* vont en général plus vite que les autres, quand on expérimente sur un canal trop court, c'est qu'en se pressant de les produire, avant que les ondes courantes aient atteint l'autre extrémité du canal, on les fait plus fortes qu'on ne veut ; or, on sait que les ondes solitaires plus fortes vont plus vite que les plus faibles. Les phénomènes de recul au fond du canal et de progression à la surface se présentant avec plus d'intensité à de petites distances de l'origine du mouvement des ondes courantes qu'à des distances notables, cela peut servir à expliquer, selon M. de Caligny, pourquoi, dans les expériences des frères Weber, *dont le canal était très court*, le grand axe des *orbites* des ondes courantes dans les régions supérieures était horizontal, au lieu d'être vertical comme dans les expériences qu'il a communiquées à la Société en 1842, et comme dans les observations faites en mer par feu M. Aimé, qui ne les avait d'ailleurs présentées qu'avec réserve, avant qu'elles eussent été confirmées par celles de M. de Caligny.

Ornithologie. *Oiseaux des îles Sandwich.* — Les observations suivantes, sur l'ornithologie des îles Sandwich, ont été présentées dans cette séance par M. Pucheran.

« Depuis une dizaine d'années, j'ai porté fréquemment mon attention, dans les diverses tentatives de généralisation auxquelles je me suis livré, sur la détermination des caractères généraux propres aux diverses faunes de l'époque actuelle. Dans mes études relatives à cette question, je ne me suis habituellement occupé que des Mammifères, sans essayer de faire l'application aux autres classes du règne animal, même aux Oiseaux, des divers résultats que l'observation me permettait de constater. Si je me suis abstenu, dans ces diverses circonstances, c'est qu'il m'a paru à peu près démontré, d'après les faits que je connaissais, que les conclusions générales auxquelles j'avais été conduit en mammalogie ne présentaient point de résultats différentiels dans la seconde classe du règne animal. Je suis convaincu de cette coïncidence, non-seulement pour l'ornithologie africaine, mais encore pour celle des parties septentrionales de l'ancien et du nouveau continent. Quant à l'ornithologie de Madagascar, il m'est impossible d'admettre, dans l'état actuel de nos connaissances, que les caractères généraux de ses Oiseaux sont les mêmes que ceux des Mammifères qui leur sont congénères. C'est une étude nouvelle à aborder, mais qui exigera, je le crains, de la part des zoologistes qui désireront s'en occuper, des tentatives multipliées avant qu'il leur soit possible d'arriver à formuler un principe qui soit de nature à les satisfaire.

» De même que pour Madagascar, le caractère général de la faune ornithologique des archipels de la Polynésie me semble devoir présenter, pour sa détermination, de sérieuses difficultés. J'ai cependant abordé la solution de ce problème, en 1847, pour la Nouvelle-Zélande (1), et je ne crois pas que les observations que j'ai faites à cette époque soient susceptibles d'être modifiées par les faits qui ont été ultérieurement découverts. Dans la présente note, je vais m'occuper, sous le même point de vue, de la faune des îles Sandwich.

» Comme la Nouvelle-Zélande, l'archipel des îles Sandwich est à peu près entièrement dépourvu de Mammifères. Cette observation est, du reste, généralement applicable aux divers archipels de la Polynésie. Le nombre des Oiseaux est de même fort peu con-

(1) *Revue zoologique*, p. 389.

sidérable pour les îles Sandwich, et, en compulsant les diverses publications des ornithologistes de notre époque et de ceux du dix-huitième siècle, M. Hartlaub n'a pu dépasser le nombre de trente espèces (1). Parmi ces trente espèces, presque toutes (*Buteo solitarius*, Peale; *Otus sandvicensis*, Blox.; *Turdus sandvicencis*, Gm.; *Corvus havaïcensis*, Peale; *Gallus bankiva*, Tem., var.; *Strepsilas interpres*, L.; *Totanus solitarius*, Blox.; *Porzana sandvicensis*, Gm.; *Porzana obscura*, Lath.; *Gallinula chloropus*, L.; *Fulica alaï*, Peale; *Bernicla sandvicensis*, Vig.; *Anas boschas*, L., var. *Anas clypeata*, L.), appartiennent à des genres à peu près cosmopolites. Nous devons ajouter que ce savant zoologiste n'admet qu'avec doute l'existence, dans les îles Sandwich, du *Ptilopus holosericeus*, Tem., et celle de l'*Ardea exilis*, Gm., signalée par M. Peale. M. Peale, au reste, hésite lui-même, en ce qui concerne cette dernière espèce, sur l'exactitude de sa détermination. Ajoutons, à notre tour, qu'il sera peut-être nécessaire d'ajouter à cette liste d'espèces le Rapace nocturne distingué, dans le Musée de Paris, par M. Charles Bonaparte (2), sous le nom de *Brachyotus sandvicensis*, à moins que cette espèce ne constitue, ce qui est fort possible, un synonyme de celle décrite par Bloxam sous le nom d'*Otus sandvicensis*, rapprochement que je ne puis ni confirmer ni infirmer, ne connaissant point cette dernière diagnose. Disons en outre que le *Trichoglossus pyrrhopterus*, Vigors, admis comme originaire des îles Sandwich, nous paraît, ainsi que nous l'avons dit ailleurs (3), originaire du Brésil.

» On trouve également dans les îles Sandwich, indépendamment des espèces dont nous avons plus haut donné la liste, un certain nombre de types dont les formes rostrales sont assez particularisées pour avoir donné lieu, de la part des ornithologistes modernes, à la création d'un certain nombre de coupes génériques. Il en est ainsi des genres *Drepanis*, *Hemignathus*, *Himatione*, *Moho*, *Psittirostra*, *Loxops* et *Chasiempsis*. C'est de

(1) Cabanis, *Journal fur Ornithologie*, vol. II, p. 170.

(2) *Revue et Magasin de zoologie*, 1854, p. 541.

(3) *Revue et Magasin de zoologie*, 1853, p. 160.

ces divers types, qui se trouvent n'habiter que dans cet archipel, qu'il nous faut essayer de déterminer le caractère le plus général. Or, par la comparaison de la presque totalité de ces genres, il est évident que, sous le point de vue de la forme de leurs becs, ils ont une tendance manifeste à l'incurvation et à l'allongement de la mandibule supérieure, de telle sorte qu'elle dépasse alors la mandibule inférieure. Les *Himatione* et *Moho* offrent cette particularité de forme d'une manière moins visible, mais il est impossible d'en contester la manifestation dans *Drepanis* et surtout dans *Hemignathus*. Quoique appartenant à la section des Passereaux déodactyles conirostres, le genre *Psittirostra* reproduit la disposition rostrale que nous venons d'indiquer, et on la constate aussi, beaucoup moins évidente, il est vrai, dans le genre *Loxops*, lorsque l'on examine son bec de profil, en le comparant avec celui de *Carduelis*. On observe également que, dans le type polynésien, la mandibule supérieure est moins droite et plus courbée.

» Je ne puis rien dire du genre *Chasiempsis*, dont je ne connais pas une seule espèce; mais, d'après les détails le concernant et qui nous sont donnés par M. Cabanis (1), il paraît certain que les deux types (*Chas. sandvicensis* et *Ch. obscura*), qui en font partie, ne présentent point les formes rostrales que nous avons signalées plus haut. Je pense, au contraire, quoique ne connaissant pas non plus cet Oiseau, que le Passereau décrit par M. Peale (2) sous le nom d'*Entomyza* (?) *angustipluma* ne forme pas une exception au principe que nous nous sommes permis de formuler. Le genre *Entomyza* ressemble beaucoup, en effet, à ceux des îles Sandwich, dont nous avons initialement cité les noms, et il n'est pas probable que M. Peale eût rattaché à ce type générique les individus soumis à son examen, si, quoiqu'il ne le fasse qu'avec doute, il n'eût pas trouvé convenable le rapprochement qu'il établissait.

» Dans tous ces genres des îles Sandwich, les tarses sont élevés et assez forts, les doigts bien divisés, le pouce bien formé, très bien formé dans *Moho*, les ongles moyennement développés et peu

(1) *Archiv. fur Naturgeschichte*, etc., vol. 25, p. 207.

(2) *United Staded exploring Expedition, Mamm. and Ornith.*, p. 147.

courbés, celui du médius plus fort que ceux des doigts latéraux, celui du pouce égal au moins à celui du médius, quand il ne le dépasse pas. Les ailes sont faiblement développées : il en est de même de la queue, excepté dans les individus du genre *Moho*, dont les rectrices sont longues et douées de la forme étagée. Toutes les formes de ces genres indiquent en eux des habitudes arboricoles : ils se livrent, sans nul doute, à la marche ; mais cet acte ne leur est pas évidemment habituel. Leurs narines sont découvertes, creusées dans une fosse arrondie, et recouvertes d'une écaille. Dans le genre *Moho*, celui de tous qui s'isole le plus de ses congénères, l'écaille existe également, mais elle est allongée, et la narine linéaire. Sous ce point devue, par conséquent, ce genre présente tout à fait les conditions offertes par les autres Melliphagidés.

» Du côté de la couleur, celles qui sont le plus habituellement offertes par le plumage, dans ces divers genres, sont le rouge et le vert, avec leurs différentes nuances. La première teinte s'observe dans *Drepanis vestiaria*, dans *Loxops coccinea*, dans *Himatione sanguinea* ; la seconde dans *Himatione chloris*, *Himatione maculata*, et dans le genre *Psittirostra*. Le noir est la couleur dominante dans les individus du genre *Moho*, mais le jaune reparaît sur les plumes des hypocondres dans *Certhia fasciculata*. On aperçoit également du blanc à l'extrémité de certaines de ses rectrices, et des taches de cette couleur se trouvent sur les bords des rectrices supérieures des ailes dans *Himatione maculata*. Rappelons à cette occasion, comme s'harmonisant avec celle que nous venons d'énoncer, l'observation de M. de Müller (1) sur la présence, dans les régions les plus septentrionales, de la plupart des Fringillidés, dont la couleur est rouge intense ou rouge carmin.

» Les conclusions que j'ai formulées plus haut sur le caractère général de l'ornithologie des îles Sandwich ne sont, je dois le répéter encore, vraiment applicables qu'aux genres spécialement originaires de cet archipel. Parmi les vingt-huit espèces, indiquées par M. Hartlaub et appartenant à d'autres genres dont l'habitat est moins restreint, il en est, sans nul doute, dont la mandibule supérieure est incurvée, mais, pour savoir quel est le degré de cette incurvation dans les individus des îles Havaii, il serait nécessaire

(1) *Revue et Magasin de zoologie*, 1855, p. 120.

d'en avoir sous les yeux un certain nombre d'exemplaires : jusqu'ici, malheureusement, il nous a été impossible de nous livrer à un semblable examen.

» Tout en renvoyant à des circonstances plus favorables l'étude de cette dernière question, nous ne devons pas omettre de signaler ce fait intéressant de la rareté des types dont le régime est plus exclusivement végétal, soit parmi les genres, soit parmi les espèces d'Oiseaux originaires des îles Sandwich. Parmi les genres, nous ne voyons que *Psittirostra* et *Loxops*. Quant aux espèces, ce n'est qu'avec doute que M. Hartlaub admet parmi elles le *Pt. holosericeus*, et il est fort probable que la variété de *Gallus Bankiva*, citée par cet ornithologiste, a été importée dans cet archipel. Tous les autres types spécifiques, sauf peut-être la Bernache, soit Passereaux des genres *Corvus*, *Turdus*, *Chasiempsis*, etc., soit Échassiers et Palmipèdes des genres *Strepsilas*, *Ardea*, *Totanus*, *Porzana*, *Gallinula*, *Fulica*, *Anas* et *Rhynchaspis*, ou se nourrissent de matières animales, ou présentent un régime mixte d'alimentation. C'est maintenant aux zoologistes occupés de l'étude des Reptiles et Poissons et de celle des animaux invertébrés à tâcher de nous expliquer ce fait ; car nous ne voyons que deux espèces de Rapaces et les Corbeaux qui puissent se nourrir d'Oiseaux d'une certaine dimension et de leurs œufs ; les autres sont forcés de se contenter de proies moins volumineuses.

» Pour tâcher d'expliquer le fait général que nous venons d'exposer, nous sommes donc obligé de recourir à d'autres éclaircissements que ceux qui nous sont donnés par l'ornithologie. Cette nécessité nous est fréquemment imposée en zoologie, lorsque nous essayons de fixer les caractères généraux des faunes : la causalité, si nous pouvons nous servir d'une expression aussi prétentieuse, nous est souvent fournie par un ordre de notions qui sont du domaine d'une autre science. Ainsi, le caractère général de la faune africaine nous est expliqué par la structure géologique de cette partie de l'ancien continent. La botanique, en ce qui concerne la disposition rostrale des genres d'Oiseaux spécialement originaires des îles Sandwich, va nous offrir, à son tour, un fait qui ne peut être passé sous silence. C'est celui de la présence, dans cet archipel, d'espèces gigantesques de *Lobelias*. Des co-

rolles de ces végétaux, le *Drepanis coccinea*, d'après M. Peale (1), retire les Insectes dont il se nourrit, et son bec, ajoute ce zoologiste, est admirablement adapté à cet office. Ainsi agissent également les *Hemignathus obscurus* et *Hemignathus lucidus* (2). Il est probable que les autres genres, dont la forme en faucille des mandibules est moins marquée, offrent dans leurs habitudes quelque similitude. Je me borne, en cette circonstance, à signaler le rapport qui existe entre ces deux faits empruntés à deux sciences différentes, sans chercher à déterminer en aucune façon quelle est la cause initiale de ce rapport.

» Le mode d'incurvation de la mandibule supérieure, tel qu'on l'observe à l'état normal dans les *Hemignathus*, est excessivement rare dans les genres de la série ornithologique, et, dans certaines espèces, où il se manifeste quelquefois, il constitue une véritable anomalie. Il en est ainsi dans des individus de la famille des Corvidés, soit dans le Corbeau lui-même, soit dans le Freux. C'est une preuve, suivant nous, que, sous le point de vue de la disposition que nous signalons, une forme organique qui n'est qu'accidentelle, anormale dans certains types, a de la tendance à devenir normale et à se produire régulièrement dans d'autres types originaires d autres pays. Nous pouvons citer, sous le même point de vue, le mode de coloration spécial à tant de Mammifères et d'Oiseaux africains, mode de coloration si voisin de l'albinisme. En Afrique, cette coloration est l'état normal; elle constitue, dans les animaux d'autres régions, une véritable anomalie dont l'explication est restée insaisissable à toutes les investigations modernes. La zoologie, en cette circonstance, reproduit des faits de même nature que ceux qui nous sont offerts par l'étude des monstruosités animales. Rien de plus fréquent, en effet, ainsi que le savent les physiologistes, que de voir dans les observations tératologiques une disposition organique constituer une anomalie, accidentellement produite, par conséquent, dans un individu, tandis que, dans un autre groupe, cette disposition devient l'état normal et régulier. »

(1) *Revue et Magasin de zoologie*, 1855, p. 152.
(2) *Ibid.*, p. 153.

Paris.—Imprimerie de Cosson et Comp., rue du Four-Saint-Germain, 43.

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE DE PARIS.

ANNÉE 1859.

EXTRAIT DE L'INSTITUT,

JOURNAL UNIVERSEL DES SCIENCES ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER.

1re Section. — Sciences mathématiques, physiques et naturelles.

Rue du Marché-St-Honoré, 7, à Paris.

/65792

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE
DE PARIS.

EXTRAITS DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

PENDANT L'ANNÉE 1859.

PARIS,
IMPRIMERIE DE COSSON ET COMP.,
RUE DU FOUR-SAINT-GERMAIN, 43.
1859.

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE
DE PARIS.

SÉANCES DE 1859.

Séance du 8 janvier 1859.

GÉOMÉTRIE ET MÉCANIQUE.—M. de Saint-Venant met sous les yeux de la Société deux modèles en relief, l'un d'une *surface à plus grande pente constante*, l'autre de la *surface décrite par une corde vibrante transportée d'un mouvement rapide perpendiculaire à son plan de vibration.*

La surface d'égale pente du premier modèle est l'une des surfaces développables dont il a entretenu la Société le 6 mars 1852 (1). La base horizontale ou directrice à laquelle le plan générateur, d'inclinaison constante, doit rester tangent, est, au lieu d'une courbe continue, *un dodécaèdre inscriptible à une ellipse*, en sorte que la surface est polyédrale et composée des plans passant par les douze côtés, et faisant tous le même angle (soit 45 degrés) avec l'horizon. On aperçoit ainsi, très facilement, la forme que doit avoir la surface lorsque la base est une ellipse ou une autre courbe fermée et continue. Elle se compose : 1° d'une partie, ou nappe inférieure, terminée *en haut* à la courbe formée par les rencontres deux à deux des arêtes non contiguës ; 2° d'une partie supérieure de forme à peu près sem-

(1) Voy. *l'Institut*, 1re section, n° 952.

blable, mais qui est en sens inverse et terminée *en bas* par une courbe analogue à celle dont on vient de parler, ayant de même deux *points d'arrêt*, et dont le plan est perpendiculaire au plan aussi vertical de celle-ci, qui limite la nappe inférieure ; 3° d'une partie, ou nappe intermédiaire, unissant les deux autres, et limitée haut et bas par conséquent aux deux courbes dont il vient d'être question, mais limitée latéralement par les quatre arêtes de rebroussement que déterminent par leurs rencontres les arêtes ou génératrices rectilignes *contiguës* de la surface d'égale pente.

Les coupes horizontales de ces diverses parties sont les courbes équidistantes à l'ellipse, qui ont été appelées *toroïdes* et étudiées surtout par MM. Catalan et Breton (de Champ). La partie inférieure donne pour coupes des courbes parallèles à l'ellipse ; la partie supérieure, des courbes *anti-parallèles* ; la partie intermédiaire, des courbes à quatre points de rebroussement, séparant les portions parallèles des portions anti-parallèles.

Le deuxième modèle est la reproduction de celui que Monge avait construit et déposé au cabinet de l'École polytechnique, mais qui ne s'y trouve plus (1). Les coupes de la surface modelée, par des plans parallèles à celui de vibration qui est supposé vertical, représentent les états successifs de la corde pendant le temps d'une vibration, temps au bout duquel elle reprend sa première forme. Cette forme initiale est supposée une ligne brisée, composée de deux droites de longueur inégale, situées dans un même plan vertical ; et on suppose que l'espace parcouru uniformément par la corde, ou par ses deux points d'attache, dans un sens horizontal et perpendiculaire à sa direction, est égal à sa longueur pendant le temps d'une demi-vibration. Les états successifs de la corde offrent aussi des lignes brisées, mais généralement composées de trois droites ; et la surface est polyédrale et formée, pour le temps d'une vibration, de deux parallélogrammes et six triangles.

M. de Saint-Venant présente également à la Société l'épure de la surface courbe que décrirait la corde vibrante si l'état initial de celle-ci était une ligne composée de deux arcs de parabole se raccordant à leur sommet commun, situé au point le plus bas. Cette

(1) Voyez, à la fin de son *Analyse appliquée à la géométrie*, le mémoire : *Construction de l'équation des cordes vibrantes.*

surface a pour équation différentielle, quel que soit l'état initial,

$$\frac{d^2z}{dt^2} = \frac{d^2z}{dx^2},$$

z étant la petite dépression verticale subie par un point de la corde située à la distance x d'une de ses extrémités, et t le temps, représenté ici par la distance horizontale d'un point quelconque de la surface au plan initial de la corde. Les coupes par des plans parallèles à celui-ci, ou les états successifs de la corde, s'obtiennent facilement par le procédé qu'indique Monge, et qui fournit la même chose que celui qui est donné par Poisson (*Mécanique*, 1833, n° 486), d'après d'Alembert.

Cette surface, qui est du genre des surfaces *profilées*, peut être obtenue ou *poussée* en plâtre ou en argile, d'un mouvement continu, en faisant mouvoir, sur une courbe fixe, dont le plan vertical est incliné à 45 degrés sur le plan primitif de la corde, une courbe mobile toute pareille, dont le plan vertical reste à angle droit sur le plan de la courbe fixe. Ces deux courbes s'obtiennent l'une et l'autre très facilement en renversant la courbe de l'état initial après avoir soudoublé ses ordonnées et réduit ses abscisses dans la proportion de 1 à $\frac{1}{2}\sqrt{2}=0{,}707107$, puis répété la même courbe inversement à droite et à gauche.

Séance du 5 février 1859.

ORNITHOLOGIE. *Observations sur deux espèces de Passereaux originaires des Açores.* — M. Pucheran a fait à la Société, dans cette séance, la communication suivante :

« J'ai reçu, il y a quelques jours, de M. Morelet, zoologiste bien connu par ses voyages en Portugal, en Algérie, au Guatimala et dans l'île de Cuba, quatre Passereaux qu'il a rapportés des Açores ; parmi eux se trouvent deux espèces qui me paraissent de nature à intéresser vivement les ornithologistes. La première appartient au genre *Fringilla*, tel qu'il a été restreint et isolé par les auteurs modernes, la seconde au genre Bouvreuil.

» 1. Les deux individus du genre *Fringilla* sont, l'un mâle et l'autre femelle.

» Le mâle est gris-bleu foncé sur le dessus de la tête et du cou :

à partir du bas du cou, la teinte vert-olive occupe le dos et les couvertures caudales supérieures dans leur partie la plus antérieure; dans leur partie la plus postérieure, elles sont noirâtres. Les rémiges sont noires en dessus et bordées de blanc : ce blanc est nuancé de vert olive, et cette dernière teinte devient d'autant plus saisissable que l'on se rapproche des secondaires. Les tectrices alaires supérieures sont d'un noir encore plus foncé; elles présentent deux bandes transversales de couleur blanche: les taches qui forment la bande supérieure présentent une certaine étendue, mais la bande inférieure n'est formée que de simples lisérés de même couleur qui occupent l'extrémité des plumes. En dessous les rémiges sont brunes, bordées en dedans de gris, et cette bordure devient de plus en plus blanche à mesure que l'on se rapproche des secondaires. Les tectrices alaires inférieures sont blanches également, et le bord de la première rémige est blanc, à ce niveau, avec des intersections de couleur noire, qui occupent, au reste, fort peu d'étendue. Le rachis de ces pennes est noir en dessus, simplement noirâtre en dessous. — Le roux clair, le blanc et le gris occupent les parties inférieures : la première couleur règne sur le menton, le devant du cou et le thorax, la deuxième sur le milieu de l'abdomen, la troisième sur les hypocondres. Les couvertures caudales inférieures sont blanc roussâtre. — La queue est bifurquée; ses pennes médianes, de forme plus étroite, sont grises en dessus aussi bien qu'en dessous, avec un mince liséré blanchâtre en dehors. Une large tache grise se voit à la face interne de la rectrice la plus extérieure, laquelle est noire dans le reste de son étendue et présente un liséré blanc en dehors. Cette tache grise occupe moins d'espace sur la seconde rectrice : sur la seconde comme sur la première, la tache grise dont nous nous occupons est bordée de blanc en dedans. Les autres pennes caudales sont noires. En dessous règne sur toutes les rectrices le système de coloration que nous venons de décrire : leur rachis est nettement noir, en dessus, sur les médianes, mais cette teinte est plus effacée en dessous. Sur les deux rectrices externes, il est, en dessus comme en dessous, de couleur blanche, excepté à la base de ces pennes, où il est brunâtre, et dans une plus grande étendue sur la seconde que sur la première. — Les narines sont bordées, en arrière, de plumes veloutées, dont la couleur est le noir

bleu. Le bec est gris-bleu en entier, sauf une petite tache blanchâtre, au milieu, sur ses parties latérales ; une semblable se voit, en dessous, à la réunion du tiers moyen avec le tiers antérieur de la mandibule inférieure. Les tarses, les doigts et les ongles sont gris plombé.

» La femelle de ce Pinson est brun olivâtre en dessus. Ses tectrices alaires, ses rémiges et rectrices présentent une couleur noire plus effacée que celle de ces mêmes parties chez le mâle. Les deux pennes caudales externes offrent les mêmes taches grises, mais le liséré blanc qui les borde en dedans se trouve plus saillant chez la femelle. Les pattes sont colorées comme chez le mâle, mais le bec est plutôt brun corné.

» Si maintenant nous comparons ce Pinson avec les espèces qui se trouvent aux Canaries, telles que *Fringilla canariensis*, Vieill. (*Fringilla tintillon*, Moq.) et *Fringilla teydea*, Moq., nous constatons les analogies et les différences que nous allons exposer.

» Notre mâle ressemble au *F. canariensis*, que M. Harcourt a également rencontré à Madère, par le mode de coloration du dessus de la tête et du cou, par celui des parties inférieures, par les bandes blanches de ses tectrices alaires supérieures. Mais il en diffère par le vert de sa région dorsale, quoique l'un des individus de la galerie du Musée de Paris, un des types de Vieillot, présente dans cette région une teinte huileuse ; il en diffère encore par la moindre largeur de la bande blanche supérieure des tectrices alaires, par les taches grises de ses deux rectrices externes (ces taches étant blanches dans le *F. canariensis*), par la couleur de son bec, qui ne présente point les teintes jaunâtres du type des Canaries, de même que par la couleur de ses tarses et de ses doigts qui ne sont point jaune de corne.

» Si nous comparons, en second lieu, ce même individu au *Fringilla teydea*, qui paraît uniquement séjourner aux Canaries, nous trouvons que, dans les deux espèces, les rectrices externes présentent du gris ; mais dans le *F. teydea* cette même couleur s'aperçoit sur les bandes des tectrices alaires supérieures, tandis qu'elles sont blanches dans notre individu des Açores. En outre, le *F. teydea* est, dans le mâle, d'un gris-bleu uniforme, et ne présente la couleur verte dans aucune partie de son plumage.

pas même sur le croupion. Les deux femelles offrent, il est vrai, beaucoup plus d'analogies ; mais, indépendamment des différences de teintes offertes par le bec et les pattes, le thorax et le devant du cou n'offrent point, chez le *F. teydea*, les teintes rousses de notre exemplaire.

» Par les teintes vertes de son manteau, notre mâle se rapproche beaucoup, au contraire, du *Fringilla spodiogenys*, Bp. Mais chez ce dernier les rectrices sont, même chez la femelle, amplement tachées de blanc. Par ce dernier caractère, notre *Fringilla cœlebs* s'éloigne également de notre type des Açores. Ajoutons que chez lui le vert du manteau présente une teinte huileuse, et que, dans les parties inférieures, il offre, de même que le *Fringilla spodiogenys*, une teinte plus briquetée.

» Il est impossible enfin de confondre notre Pinson des Açores avec le *Fringilla montifringilla*. Par la couleur noire que présente la gorge dans le mâle, ce dernier Passereau se distingue au premier coup d'œil de toutes les espèces du genre dont il fait partie.

» Les détails comparatifs dans lesquels nous venons d'entrer nous paraissent légitimer la création d'une espèce nouvelle pour notre Pinson des Açores. Nous lui imposerons dès lors la dénomination de *Fringilla Moreletti*, Nob., dédicace qui rappellera aux zoologistes les éminents services rendus à la science par M. Morelet dans ses divers voyages. Ajoutons à cette occasion que c'est pour nous un véritable bonheur d'avoir à décrire une sixième espèce du genre *Fringilla*, toutes ayant été, depuis Linné, introduites dans le *Systema naturæ* par des zoologistes de France. En toute autre circonstance, nous aurions procédé peut-être avec plus de lenteur et d'hésitation, mais, malgré toutes les recherches que nous avons faites pour constater que notre nouvelle espèce était inédite, la satisfaction que nous avons éprouvée d'augmenter la liste des types de ce genre nous a vivement porté à ne pas différer plus longtemps l'exposé des résultats de nos observations.

» 2. Le second Passereau que M. Morelet nous a remis est un individu, de sexe femelle, du genre Bouvreuil. Sous le point de vue de la distribution géographique, la découverte aux Açores d'une espèce de ce genre constitue un fait intéressant. Je n'ai trouvé, en

effet, aucune espèce de ce genre indiquée comme se trouvant aux Canaries dans le Voyage de MM. Webb et Berthelot, dont la partie ornithologique a été rédigée per M. Moquin-Tandon. Toutes les recherches que j'ai faites, dans le même sens, dans les divers articles publiés récemment dans le *Journal d'ornithologie*, de M. Cabanis, sur les Oiseaux des Canaries, par M. Bolle, ont été également infructueuses. Un semblable insuccès a été le résultat de l'examen de la liste des Oiseaux de Madère, récemment publiée par M. Harcourt (1), et de celles dues antérieurement à MM. Jardine (2), et Heineken (3).

» L'intérêt que présente la découverte du Bouvreuil d'Europe aux Açores par M. Morelet acquiert plus d'importance encore par cette circonstance que l'individu qui se trouve entre mes mains appartient à la grosse race dont M. de Sélys Longchamps a fait une espèce sous le nom de *Pyrrhula coccinea*. Or, il n'est aucun zoologiste qui ne sache que la présence du *Pyrrhula coccinea* dans les régions tempérées de l'Europe n'est pas constante, et que ce n'est que de temps à autre qu'elle paraît. On prétend bien qu'elle vient du nord de ce continent, mais le fait a encore besoin d'être mieux démontré. Je dois ajouter que notre individu des Açores a le bec plus gros que ceux des exemplaires du Musée de Paris, avec lesquels je l'ai comparé. Des recherches ultérieures prouveront, il faut l'espérer, quel est le degré d'importance et de fixité de ce caractère.

» Qu'il me soit permis, en terminant, et à l'occasion de ces deux races de Bouvreuil, si semblables sous tous les points de vue, mais différents par la taille, de faire observer l'extrême rareté dans notre Europe, et même en Asie et en Afrique, des types non-seulement génériques, mais même spécifiques, dont le caractère initial de distinction consiste dans l'existence d'une taille amoindrie. Ils sont nombreux, au contraire, parmi les Mammifères de l'Amérique du Sud, ceux de la Nouvelle-Hollande et de Madagascar. L'ornithologie madécasse en offre également un certain nombre d'exemples dans ses espèces. Si nous réfléchissons,

(1) *Proc. of the Zool. Soc. of London*, 1851, p. 142.
(2) *Edinburgh Journal of natural and geographical science*, vol. I, p. 241.
(3) *Zoological journal*, vol. V, p. 70.

en second lieu, que, dans les diverses régions que nous venons de citer, la faune mammalogique présente dans les types qui la composent, comparés à ceux de l'ancien continent, un caractère de moindre perfection dans ses organismes, nous serons portés à penser que cette différence de taille entre des animaux si semblables à tous égards constitue probablement un symptôme de dégradation faunique. C'est aussi l'opinion à laquelle nous avons été conduit par les réflexions que nous avons faites à ce sujet ; mais, que cette opinion soit vraie ou fausse, il nous a paru utile de signaler une semblable coïncidence (1). »

ANATOMIE COMPARÉE. — M. Gratiolet a communiqué aussi à la Société dans cette séance la note suivante sur l'encéphale de l'OREODON GRACILIS (Leidy. *The ancient Fauna of Nebraska.* in Smiths. contr. 1852).

« En communiquant à la Société (séance du 27 février 1858, v. *l'Institut*, n° 1263) la description de l'encéphale du *Caino-therium commune* (Brav.), j'avais pris l'engagement de faire connaître l'encéphale des animaux fossiles qu'il me serait permis d'examiner à ce point de vue, en profitant de toutes les occasions qui me seraient offertes; ces occasions sont pour moi très rares ; quoi qu'il en soit, j'apporte comme un nouveau tribut à la Société la description de l'encéphale d'un autre Mammifère fossile, l'*Oreodon gracilis* (Leidy). J'ajoute à cette description deux figures sans lesquelles elles demeureraient à peu près inintelligibles ; peut être trouvera-t-on trop succincts les détails dans lesquels je vais entrer ; mais j'aime par nature la concision, et je puis ajouter d'ailleurs que, loin d'avoir la prétention de bâtir un édifice, j'amasse seulement des matériaux pour l'avenir.

» La longueur totale de l'encéphale de l'*Oreodon gracilis* était d'environ 66 millimètres; dans cette somme les lobes olfactifs

(1) Je profiterai de l'occasion qui s'offre à moi, en cette circonstance, pour rectifier une des citations faisant partie de la dernière communication que j'ai lue à la Société. Cette citation, qui se trouve à la dernière page du bulletin de la Société philomathique pour 1858 (*Institut*, n° 1306, p. 15, 2e colonne), indique les observations de M. Titian Peale comme ayant été insérées dans la *Revue* et le *Magasin de zoologie*. Je me bornerai à rappeler que la citation doit être ainsi faite : *United States exploring expedition' Mam. and. Ornith.*

figuraient pour $8^{mm},5$, les hémisphères cérébraux pour $36^{mm},5$, la masse cérébelleuse pour 21^{mm}. Ces mesures sont indiquées par l'examen de la loge cérébelleuse qui est très développée d'arrière en avant, tandis qu'au contraire la loge cérébrale a une assez grande brièveté relative.

» Les *lobes olfactifs* étaient très développés et leurs bulbes dépassaient l'extrémité antérieure du cerveau ; leur base épaisse et large embrassait un espace olfactif très saillant ; d'ailleurs leur face inférieure ne présentait en aucune manière au-déssus des orbites cette dépression qui rend si remarquable le cerveau des petits Ruminants tels que l'*Antilope hemprichiana* par exemple, et le *Chevrotain de Java ;* derrière eux faisait saillie un *globule unciforme* assez court, mais en revanche assez massif.

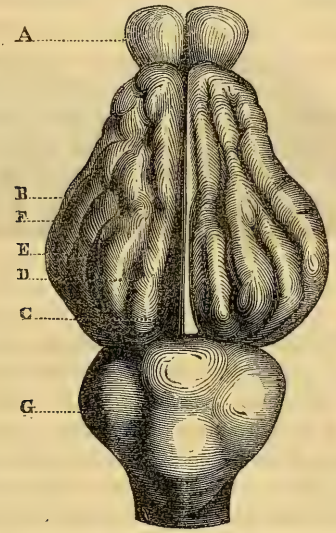


Fig. 1.

» La largeur du cerveau proprement dit était relativement assez grande ; en arrière elle égalait $37^{mm},5$; en avant, 25^{mm} seulement ; vu d'en haut, il offrait la forme d'un cœur tronqué vers sa pointe. Il ne présentait en conséquence ni cette atténua-

tion en avant si marquée dans le cerveau des petits Ruminants, ni la courbure et l'allongement extraordinaires du cerveau du *Cainotherium*.

» Les circonvolutions étaient peu compliquées, mais en revanche fort épaisses et très nettement accusées. Elles formaient, sur chaque hémisphère, dans l'aire que circonscrivent comme un cadre le pli du corps calleux et le pli unciforme, deux étages distincts que séparait en arrière un petit lobule intermédiaire (fig. 2, E).

» (*a*) *L'étage inférieur* (fig. 2, F) présentait quelques flexuosités qui rendent incertaine la distinction précise de ses deux lobules. De ces deux lobules toutefois l'antérieur l'emportait évidemment sur le postérieur, ce qui est un caractère du cerveau des Pachydermes.

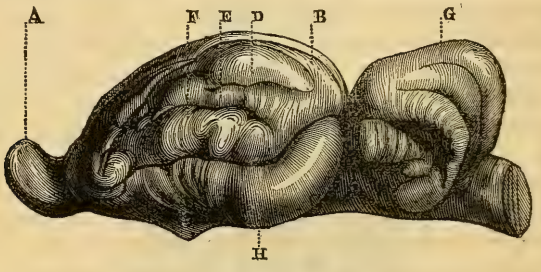


Fig. 2.

» L'étage supérieur (*fig.* 2, D, B; *fig.* 1, D, C) comprenait essentiellement trois plis longitudinaux légèrement divergents en arrière, à savoir : 1° *deux plis internes* assez grêles, confondus en avant en un seul et à peu près parallèles à la grande scissure cérébrale; de ces deux plis, l'interne était étroit et déprimé; l'externe, saillant en arrière, était assez convexe; 2° *un troisième pli externe*. Ce pli rappelle assez bien par ses proportions et sa direction générale un pli analogue des hémisphères du *Cainotherium*, il était épais, large et faisait une grande saillie au-dessus des autres plis à la surface du cerveau (*fig.* 1 et 2..., D).

» (*c*) *Le groupe intermédiaire* (*fig.* 1 et 2.., F) était triangulaire; il séparait en arrière les deux étages dont nous venons de parler. Sa racine différait de celle du pli analogue qu'on observe

dans le *Cainotherium*, en tant qu'au lieu de s'attacher à l'étage inférieur, comme cela avait lieu dans ce dernier, elle s'unissait au contraire à l'étage supérieur; c'est là une particularité fort appréciable, et si elle est constante, elle pourra acquérir une certaine importance.

» Nous ne pourrons ajouter ici que peu de détails sur les parties qui existaient sur la base du cerveau. Les bandelettes optiques convergeaient presque parallèlement. Le volume de la cinquième paire était considérable; il m'a été impossible de me faire la moindre idée du *corps pituitaire*, de la protubérance ou du bulbe.

» Le *cervelet* était, comme dans le *Cainotherium*, fort dégagé du cerveau; sa forme était tout à fait caractéristique. Le lobe médian, assez étroit en avant, se terminait en arrière en un vermis énorme, proéminent, mais sans replis. Il est manifeste que les lobes latéraux étaient fort petits, mais qu'en revanche leurs *vermis* avaient un assez grand développement.

» J'ai essayé de rendre, dans les figures ci-jointes, la forme de cet énorme cervelet; elles permettront d'apprécier assez exactement la capacité relative de la loge cérébelleuse; il est évident qu'une telle forme ne convient à aucun Ruminant vrai et ne peut appartenir qu'à un Pachyderme, ou tout au plus à un Camelien.

» J'insiste à dessein sur cette observation, parce que les Oréodons ont été considérés comme établissant un passage naturel entre le type des Pachydermes et celui des Ruminants. « L'Oréodon, dit » M. Leidy, est un genre remarquable et très particulier de Ru» minants ungulés, constituant un des chaînons nécessaires pour » combler l'évidente lacune qui existe entre les Ruminants ac» tuels et certaines formes très différentes de la même famille, » telles que les *Anoplotheriums* éteints. » Cette remarque, très juste si on l'applique seulement aux CAMELIENS, qui sont incontestablement, selon l'expression très heureuse de M. Leidy, des *Pachydermes ruminants*, et une représentation actuelle des *Anoplotheriums* antiques, ne peut en aucune manière s'étendre aux Ruminants vrais, tels que les *Bœufs*, les *Antilopes*, les *Cerfs* et les *Chevrotains*, qui constituent un groupe spécial, non moins par leur mode de ruminer que par le type très tranché de leur organisation cérébrale.

» Je termine ici ces remarques par une simple observation, c'est que la masse cérébelleuse est relativement beaucoup plus considérable dans les petits Pachydermes que dans les grands. Le Rhinocéros et l'Hippopotame sont l'un et l'autre remarquables par la petitesse relative de leur cervelet. »

Séance du 19 *février* 1859.

M. Léon Foucault rend compte à la Société des recherches qu'il poursuit depuis quelque temps dans le but d'améliorer le microscope par l'intervention d'un miroir en verre argenté dont la figure est symétriquement modifiée par des retouches locales, de manière à corriger l'aberration de sphéricité des lentilles.

Séance du 5 *mars* 1859.

M. Duchartre a communiqué, dans cette séance, les résultats des observations qu'il a eu occasion de faire dernièrement au sujet de la partie du fruit des vanilles dans laquelle réside le principe aromatique, c'est-à-dire au sujet de la pulpe des vanilles. Ses observations ont porté sur le fruit du *Vanilla planifolia* Andr., étudié frais avant son développement complet et sec à sa parfaite maturité. Elles lui semblent prouver que cette pulpe a une autre origine que celle qui lui a été assignée par Ch. Morren et par Splitgerber. Le premier de ces botanistes pensait que le tégument externe des graines des vanilles devenait pulpeux, tandis que le second regardait la pulpe des fruits de ces Orchidées comme formée par la portion basilaire des funicules qui, selon lui, deviendrait pulpeuse à la maturité. M. Duchartre a retrouvé dans les vanilles commerciales les graines parfaitement entières, recouvertes d'un tégument consistant et, en outre, les funicules et les placentaires, sans doute plus ou moins déformés par la préparation et la dessiccation, mais néanmoins encore fort reconnaissables. D'un autre côté, il a vu, sur le fruit frais et imparfaitement développé du *Vanilla planifolia*, que les trois espaces longitudinaux qui séparent les trois placentaires les uns des autres sont couverts d'une immense quantité de productions piliformes, tellement serrées les unes contre les autres qu'elles forment une couche continue. Cette formation, entièrement analogue à celle qui, dans les loges de l'orange et du citron, devient la pulpe, lui

semble avoir la même destination dans les fruits des vanilles. L'étude du fruit adulte de ces plantes, soit desséché pour l'herbier, soit préparé comme l'est celui que nous apporte le commerce, a confirmé à ses yeux l'exactitude de son opinion.

HYDRAULIQUE. — M. de Caligny a communiqué aussi dans cette séance quelques détails sur une propriété de son bélier univalve, transformé en machine soufflante.

Il suffit de se souvenir, pour l'intelligence de ce qui va suivre, que le bélier univalve, tel qu'il est dessiné dans les Annales des mines, année 1838, t. XIV, et tel qu'il a été exécuté en 1839, ainsi qu'on peut le voir dans l'extrait du procès-verbal de la séance du 21 décembre 1839, publié dans le journal *l'Institut*, est composé d'un siphon renversé ayant sur sa partie horizontale une soupape, seule pièce mobile du système ; et que cette soupape est beaucoup plus près de la branche formant tuyau d'ascension que de la branche débouchant dans le bief supérieur ; qu'enfin la longueur développée du tuyau recourbé est assez grande par rapport à celle du tuyau d'ascension.

Supposons qu'une *première fois* l'eau soit montée jusqu'au sommet du tuyau d'ascension, comme dans le modèle fonctionnant dont il s'agit, en vertu d'un écoulement préalable de l'eau motrice, par la soupape plongée à une profondeur convenable au-dessous du niveau du bief d'aval. Supposons ensuite provisoirement que l'on fasse fonctionner cette soupape par un moyen mécanique quelconque, sans continuer à faire emmagasiner de la force vive dans la colonne liquide au moyen d'un écoulement immédiat à l'extérieur, précédant chaque oscillation ascendante; mais qu'on veuille, au contraire, après chaque versement au sommet du tuyau d'ascension, produire une cause d'ascension ultérieure, en vidant à une profondeur convenable ce même tuyau par une oscillation descendante. Si entre le bief d'amont et la soupape le tuyau de conduite est assez long pour que l'eau qu'il contient résiste pendant un temps convenable par son inertie, il suffit d'ouvrir la soupape pour que, *sauf les résistances passives*, si le pied du tuyau d'ascension est enfoncé assez bas au-dessous du niveau du bief inférieur, la colonne liquide contenue dans ce tuyau se transporte dans ce dernier bief à la hauteur de son centre de gravité.

Cela suppose que la profondeur de la soupape et sa distance au tuyau d'ascension soient réglées d'une manière convenable, ainsi que quelques autres détails dans lesquels on n'entre pas en ce moment. Mais en ne considérant, pour simplifier, que l'oscillation dans la partie verticale du tuyau d'ascension, il est facile de voir que le principe de l'approfondissement du point de départ de l'oscillation ascendante, en vertu d'une oscillation descendante qui précède cette dernière à chaque période, n'exige pas en principe que le siphon renversé ait une troisième branche.

On conçoit que si la distance entre la soupape et le tuyau d'ascension est convenable par rapport à l'amplitude de l'oscillation, il en résultera des effets analogues à ceux d'une troisième branche, en évitant un coude; mais aussi en privant généralement d'un clapet de sûreté, c'est-à-dire d'un clapet qu'il serait facile de mettre dans une troisième branche, si l'on craignait un retour trop prompt de l'eau du bief d'aval, pendant qu'on refermerait la soupape qui, pour de grandes dimensions, sera une sorte de soupape de Cornwall ou de vanne cylindrique.

Mais ce retour qui pourrait être à craindre pour une machine élévatoire ne le sera que dans de certaines limites quand, au lieu d'élever de l'eau, l'appareil servira à comprimer de l'air, ainsi que cela a été expliqué dans l'extrait du procès verbal de la séance du 11 décembre dernier (publié dans le journal *l'Institut* du 15 décembre 1858, n° 1302, p. 408). En supposant même qu'on éprouvât à ce sujet quelques difficultés dans de premiers essais, il est clair que quelques tâtonnements dans la pose des soupapes à air suffiraient pour faire fermer ces soupapes assez vite, de manière que le ressort de l'air pût bientôt résister à un retour assez sensible de l'eau dans les limites expliquées le 11 décembre.

Ce qui précède suppose qu'on veut appliquer le principe de l'inertie d'une longue colonne liquide *faisant fonction de soupape* entre le bief d'amont et l'orifice d'évacuation de l'eau. Mais si l'on voulait disposer une seconde soupape pour diminuer la longueur de cette colonne, il est facile de voir que les principes de l'effet de la colonne d'air seraient les mêmes.

L'auteur donnera prochainement des détails sur la manière de réunir les effets de l'oscillation descendante à ceux de la force vive acquise par un écoulement préalable à l'extérieur. Il ajoute

seulement aujourd'hui que ses soupapes cylindriques à axe horizontal ou incliné peuvent fonctionner en vertu des phénomènes nouveaux de succion, combinés avec les pressions connues, qu'il a présentés depuis le 2 décembre 1850, pourvu qu'on dispose convenablement les balanciers à contre-poids, ou les ressorts qui en tiennent lieu, et les surfaces qui doivent recevoir ces pressions conformément aux principes qu'il a communiqués à la Société pour le cas des soupapes à axe vertical.

Séance du 12 mars 1859.

M. Paul Serret communique le théorème suivant :

Le lieu géométrique des centres des hyperboloïdes à une nappe qui passent par les quatre côtés d'un quadrilatère gauche est la droite qui réunit les milieux des diagonales du quadrilatère.

Ce théorème, — qui comprend celui de Newton sur le lieu des centres des coniques inscrites à un quadrilatère plan, — s'établit beaucoup plus facilement que ce dernier, soit par le calcul, soit par la géométrie. Au point de vue géométrique, il résulte à peu près immédiatement de cette observation évidente que le centre d'un hyperboloïde est à égale distance de deux plans tangents parallèles quelconques.

Séance du 26 mars 1859.

ANTHROPOLOGIE. — M. A. Antelme a communiqué, dans cette séance, à la Société la note suivante sur les mesures céphalométriques et sur un *céphalomètre* de son invention.

« Des déterminations exactes de la forme du crâne et des mesures de sa capacité ne sont pas moins nécessaires au médecin qui étudie les altérations de l'intelligence et leurs rapports avec les prédispositions organiques qu'à l'anthropologiste qui cherche à distinguer par des caractères certains les différentes races qui peuplent la terre ; j'ajouterai qu'elles sont encore nécessaires au philosophe qui, en étudiant l'intelligence, ne dédaigne pas l'étude de ses organes immédiats. Ces considérations m'avaient porté il y a déjà bien des années à rechercher un moyen d'exprimer par des formes exactes et par des nombres les dimensions et les caractères divers que le crâne humain peut présenter. J'imaginai dans ce but et je fis construire un *céphalomètre* qui fut présenté à l'Aca-

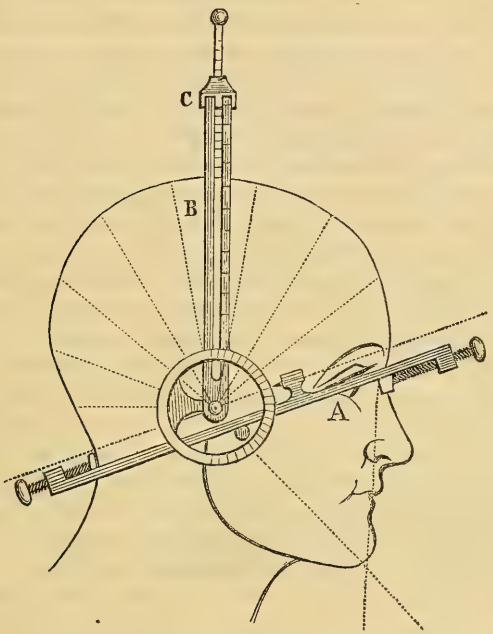
démie des sciences de Paris le 4 juin 1838. Il fut indiqué par cette Académie à l'expédition scientifique d'Islande que dirigeait M. Gaymard. Des instruments furent construits aux frais de l'État sur les indications que j'avais fournies, et pendant le voyage ils furent mis en usage par deux membres de l'expédition, MM. Bravais et Martins ; ces messieurs prirent des mesures nombreuses dont le résultat n'a point été publié par suite de l'état de santé de M. Bravais ; d'autre part, le mémoire que j'avais déposé à l'Académie des sciences fut égaré par l'un des commissaires. J'avais quitté Paris à cette époque et, détourné par d'autres préoccupations, je ne donnai pas une suite immédiate à ces premiers travaux.

» Je n'y reviendrais pas aujourd'hui après environ vingt ans, si l'importance qu'on a attachée à des méthodes de mensuration crânienne qui ont été successivement proposées ne m'avait paru un motif suffisant de rappeler un instrument qui a été pour ainsi dire oublié et qui cependant me semble remplir plus complétement les indications de l'anthropologie que les procédés et les appareils qu'on a préconisés depuis peu et qui ont même obtenu la sanction de rapports très favorables. Je ne ferai pas la critique de ces instruments ; les plus connus, celui de Morton par exemple, et celui de M. Jacquart qui n'en est qu'un perfectionnement, ne donnent que la mesure de l'angle facial dont Blumenbach a fait avec tant de raison sentir l'insuffisance. M. Ch. G. Carus a proposé, en 1843, un procédé exact, mais d'un emploi difficile et borné, le moulage par le plâtre ou l'argile des courbes du crâne que l'on considère. Ce procédé n'a pas eu d'imitateurs à cause des difficultés qu'il présente, et d'ailleurs les résultats qu'il donne sont insuffisants. Le céphalomètre que je viens rappeler ici ne semblera donc point avoir perdu de sa valeur primitive, et comme je l'applique depuis longtemps déjà et que ces applications que je poursuis encore doivent servir de base à un travail que je prépare sur la céphalométrie des races et des aliénés, j'ai cru devoir m'adresser à la Société et la rendre juge de ses avantages et surtout de la légitimité de son emploi.

» Suivons sur la figure ci-jointe le détail de cet instrument :

» A est un cercle métallique, léger, qu'on voit ici par la tranche et qu'on assujettit autour de la tête au moyen de quatre vis

de pression. Ce cercle fixe sert de support à un demi-cercle mobile B, dont le diamètre est censé traverser la tête par les conduits auditifs et sert d'axe de rotation. Sa partie plate est fendue dans toute sa longueur pour donner passage à un curseur C, qu'on fait glisser, à volonté, à droite ou à gauche, d'une oreille à l'autre. Le



centre du curseur est percé d'un trou où s'introduit une broche graduée, destinée à la mensuration.

» Voici comment on procède à l'emploi du céphalomètre :

» Le cercle fixe A étant placé à peu près comme on le voit dans la figure, on abaisse en avant le cercle mobile B jusqu'à ce que la broche graduée du curseur soit en regard des sourcils. Alors on prend exactement le niveau des conduits auditifs au moyen de deux petites broches qui glissent dans le sens de l'axe du cercle et s'engagent dans ces conduits. On ne serre les vis et on n'assujettit définitivement l'instrument qu'après avoir mis la tige gra-

duée, qui sert à la mensuration, au milieu des deux sourcils et bien exactement au niveau du bord supérieur de l'orbite. Ces trois points déterminent un plan qui sépare le crâne de la face et coupe la tête en deux hémisphères, l'un crânien, l'autre facial.

» Il est aisé de voir que la révolution du demi-cercle sur son axe décrit autour de la tête une sphère dont le rayon nous est connu ; que le centre de cette sphère est invariablement fixé en un point, toujours identique, de la base du cerveau, et qu'il suffira de mouvoir ce demi-cercle d'avant en arrière, de faire glisser le curseur de droite à gauche, et enfin d'évaluer la quantité dont s'enfonce la broche graduée au contact de la tête, pour avoir la longueur exacte du rayon céphalique en un point donné.

» Pour que chaque point sur lequel on opère soit bien précisé, le cercle mobile porte, de droite à gauche, dans le sens de la marche du curseur, les divisions ordinaires du cercle ; puis un autre petit cercle, portant les mêmes divisions, a été fixé à angle droit par son centre sur le grand axe et tourne avec lui pour indiquer, en partant du bord supérieur de l'orbite, les degrés d'avant en arrière. Il résulte de cette disposition qu'on peut, en quelque sorte, désigner le degré de longitude et de latitude sous lesquels un rayon aura été mesuré.

» Cela posé, les ressources qu'on peut tirer du céphalomètre sont faciles à comprendre : il suffira de porter la tige du curseur au point de départ et de relever le cercle mobile, de degré en degré, en prenant note chaque fois de la longueur du rayon qu'indique la broche, puis de reporter ces rayons sur le papier, pour avoir une coupe du crâne d'avant en arrière, telle qu'elle est représentée sur la figure.

» Pour avoir des tranches transversales, il suffira de placer le curseur au milieu du front, en prenant comme point de départ le sinciput ou l'occiput, puis d'opérer de la même manière, en reportant sur le papier les rayons qu'on aura mesurés de droite à gauche et de gauche à droite.

» Généralement ces coupes suffisent pour caractériser la conformation d'une tête. Cependant il est aisé de voir qu'on peut procéder d'après d'autres principes : on peut, par exemple, représenter le sphéroïde de la tête par un nombre déterminé de rayons pris sur les bosses frontales, pariétales, occipitales, etc., puis

comparer chacun de ces rayons à leur rayon moyen pris pour commune mesure. On pourra donc toujours, quel que soit le procédé qu'on adopte, arriver à déterminer tous les cas individuels avec beaucoup de précision, on pourra les comparer entre eux et les représenter par des chiffres.

» Mais abordons un second point de vue plus important encore; après avoir recherché les types individuels, élevons-nous à la considération du type général des races et du genre humain tout entier.

» Jusqu'à ce moment la science, à cet égard, n'a rien établi de précis : s'agit-il de donner une idée de la forme crânienne qui caractérise une race, un peuple, un âge ou quelque prédisposition intellectuelle et morale, nous trouvons dans nos collections quelques individualités de choix, qu'on représente par des dessins arbitraires, et, dans les livres, les conceptions et les appréciations plus ou moins imaginaires des auteurs. Cette façon de procéder ne porte en elle aucun caractère vraiment scientifique. Un type ne doit rien avoir d'arbitraire, c'est la nature elle-même qu'il faut laisser parler, et c'est précisément ce but que nous poursuivons par l'emploi du céphalomètre.

» Supposons qu'on veuille établir le type de la tête d'homme et celui de la tête de femme, par une coupe antéro-postérieure : on prendra sur vingt, sur cent ou sur mille individus, la série des rayons qui déterminent cette courbe ; puis on fera la somme de chacun des rayons correspondants ; on la divisera par le nombre d'individus, et on aura alors la longueur des rayons moyens qui caractérisent le type rigoureux dérivé d'un grand nombre d'individualités.

» Les contours du crâne, dans la figure représentée plus haut, sont le type de la tête d'homme déduit des moyennes fournies par l'étude de vingt individus. J'ai aussi déduit du même nombre d'individualités un type de la tête de femme ; dans l'impossibilité de multiplier ici les dessins, je me bornerai à traduire par des chiffres les résultats de l'observation.

» Ces deux types, pour être comparables entre eux, doivent être ramenés à l'égalité des surfaces, tout en conservant l'inégalité des formes. Cela fait, le dessin indique immédiatement que la tête d'homme approche de la forme sphérique, tandis que celle de la

femme figure un ovoïde dont le grand diamètre est en arrière. Mais il est aisé de déterminer exactement ces rapports; il suffira de prendre le rayon qui approche le plus de la normale et qui divise le mieux la surface de la section antéro-postérieure en deux parties à peu près égales, soit celui qui correspond au 70e degré. Si on représente alors dans les deux sexes la partie frontale par 100, la partie occipitale sera de 106,85 chez l'homme et de 109,59 chez la femme.

» Si la coupe de profil ne paraît pas suffisante pour exprimer la forme du crâne, on peut y joindre des coupes transversales. C'est ce que j'ai fait pour compléter la comparaison des types dont il s'agit ici, et les résultats sont venus confirmer la première observation. La section latérale, passant d'un conduit auditif à l'autre par les bosses frontales, étant représentée par 100, la section occipitale passant par le 90e degré est représentée chez l'homme par 115,07 seulement, et chez la femme par 124,29.

» Je n'ai pas parlé des mesures de la face, mais il est évident qu'on peut opérer de la même manière que pour le crâne : il suffit d'abaisser le cercle mobile au-dessous du bord supérieur de l'orbite.

» Pour compléter l'étude des types de l'homme et de la femme, j'ai représenté la face par le triangle qu'on voit dans la figure et dont les angles correspondent au bord supérieur de l'orbite, au conduit auditif et au bord inférieur du menton. Ce triangle étant représenté par 100 dans chaque sexe, la surface du crâne donne seulement 318, 72 chez l'homme, tandis qu'elle est de 340, 52 chez la femme.

» On trouve des rapports analogues entre le crâne et la face dans la comparaison des âges, et l'on voit la face s'accroître dans des proportions très-grandes relativement au crâne. J'en cite un exemple pris chez les animaux, celui de l'orang à trois époques différentes de la vie ; en représentant chez lui le crâne par 100 dans les trois âges, l'aire du plan médian de la face est de 59 chez les jeunes sujets, puis de 83 dans l'âge moyen, et enfin de 177 à l'état adulte.

» Ces sortes de recherches sont extrêmement variées; ainsi, j'ai employé le céphalomètre avec beaucoup de succès à fixer par des contours et par des chiffres les curieuses observations de l'abbé

Frère sur les modifications que subit la tête avec les progrès de la civilisation de chaque peuple. MM. Ch. Martins et Bravais, ainsi que je l'ai déjà dit, ont aussi emporté dans l'expédition scientifique du Nord, et pour servir à leurs recherches sur l'origine des Lapons, deux de ces instruments. Ils ont recueilli avec beaucoup de soin un grand nombre de mesures céphalométriques; regrettons que la santé de M. Bravais n'ait pas permis à ces savants de publier le résultat de leurs recherches.

» Je borne ici ces remarques sur le céphalomètre. Les anthropologistes et les psychiâtres, auxquels cet instrument s'adresse plus particulièrement, apprécieront, je l'espère, l'utilité de son emploi; mais je le recommande aussi aux personnes qui attachent quelque importance aux études morphologiques et qui essayent de déterminer le type de la beauté humaine, non d'après les caprices de la mode ou de l'imagination des différents peuples, mais par une observation intelligente et fidèle de la nature elle-même. Enfin, s'il y a entre les facultés de l'âme et la forme extérieure du corps un rapport que tout semble affirmer, ce rapport ne saura être rigoureusement démontré que lorsque l'on aura appliqué à son appréciation des procédés exacts et des mesures géométriques. »

Séance du 2 avril 1859.

CHIMIE MINÉRALE. — La note suivante sur les fluorures d'aluminium simple et composé et les produits qui en dérivent a été communiquée, dans cette séance, par M. Henri Sainte-Claire-Deville.

« *Fluorure d'aluminium.* — Dans une note publiée, il y a quelques années, dans les Annales de chimie et de physique, j'ai donné les propriétés et la composition du fluorure d'aluminium que j'ai préparé par un grand nombre de procédés différents qui donnent tous ce corps cristallisé en rhomboèdres très voisins des cubes : l'angle est de 88° 30′ ou 89°. Ces cristaux, comme tous les fluorures, sont peu réfléchissants, et on a grand'peine à y trouver des facettes non striées et produisant des images nettes ; de là aussi grande difficulté à les mesurer exactement. D'un autre côté, je n'avais obtenu jusqu'ici que des échantillons assez opaques pour ne pas permettre d'étudier sur eux l'action de la lu-

mière polarisée. Dernièrement j'en ai obtenu de tout à fait transparents et qui rétablissent parfaitement la clarté entre deux prismes de Nichol croisés. Jusqu'à cette expérience, j'avais pu admettre que ces cristaux étaient réguliers à cause de leur angle très voisin de 90° et parce qu'ils ne possèdent aucune facette dont on puisse déduire la forme primitive.

» *Cryolite.* — J'ai eu aussi occasion d'examiner la composition de la cryolite et les produits de sa décomposition par la chaux. Je donnerai ici quelques résultats de mes analyses. On avait avancé que la cryolite, fluorure double d'aluminium et de sodium, n'était pas entièrement attaquable par la chaux et susceptible d'être transformée intégralement sous son influence et au contact de l'eau en alumine, soude caustique et fluorure de calcium. Cette opinion est erronée et vient sans doute de ce qu'on avait employé une quantité de chaux trop grande et déterminé la précipitation, à l'état d'aluminate de soude, d'une partie de l'alumine dissoute par la soude. Après avoir analysé la cryolite au moyen de l'acide sulfurique, ce qui m'a donné des résultats que j'ai déjà publiés et qui conduisent à la formule $Al^2 Fl^3$,3 Na Fl, j'ai essayé l'analyse par la chaux elle-même.

» Pour cela on attaque à l'ébullition une partie de cryolite pulvérisée par la chaux que donne, après sa calcination, une partie de carbonate de chaux, au moyen de 30 à 40 parties d'eau distillée. On fait bouillir pendant quelque temps, puis on décante sur un filtre en lavant le fluorure de calcium par l'eau bouillie et chaude. On sature la liqueur par l'acide nitrique, on l'évapore dans une capsule de platine tarée, que l'on chauffe graduellement sur le bain de sable jusqu'à ce qu'étant couverte et bien chauffée, la matière qu'elle contient n'exhale plus l'odeur d'acide nitrique et même qu'elle commence à produire quelques vapeurs nitreuses. Alors tout le nitrate d'alumine a perdu son acide et en reprenant la matière par un peu de nitrate d'ammoniaque et une goutte d'ammoniaque (dont l'odeur doit persister après un certain temps de contact avec la substance sèche) on est sûr de ne dissoudre que les sels alcalins. On décante la liqueur chaude, qui se sépare avec une grande facilité de l'alumine dense et grumeleuse qui reste dans la capsule et dont on peut éviter facilement le transport sur le filtre dont on se sert par prudence. Une fois le lavage à

l'eau bouillante terminé, on chauffe la capsule de platine au rouge avec le filtre, si cela est nécessaire, et on pèse l'alumine. Le nitrate alcalin, traité par l'oxalate d'ammoniaque, donne une trace de chaux qui, on le sait, est insoluble dans les lessives caustiques. On évapore la liqueur filtrée dans une capsule de platine. A la fin on la couvre d'un entonnoir et on chasse le nitrate d'ammoniaque qui se transforme en protoxyde d'azote par la chaleur. On mouille le résidu avec quelques centimètres cubes d'eau, on y ajoute quelques grammes d'acide oxalique pur et un ou deux centigrammes d'acide tartrique (matières qui doivent brûler *sans résidu*). L'acide nitrique est presque entièrement expulsé pendant l'évaporation. Le peu qui en reste, calciné au rouge avec l'oxalate et le tartrate de soude, se convertit en carbonate en même temps que ceux-ci. On peut peser, soit à l'état de carbonate de soude fondu, soit à l'état de sel marin desséché, la soude contenue dans la capsule tarée. Je me suis assuré que la cryolite ne renferme pas de potasse. On arrive par ces procédés aux résutats suivants :

			Calculé.
Aluminium.	12,7	12,8	13,0
Sodium. . .	31,8	31,6	32,5
Fluor.. . .	55,5	55,6	54,5
	100,0	100,0	100,0

nombres identiques avec ceux de Berzelius, et que j'ai obtenus par d'autres procédés.

» En employant le molybdate d'ammoniaque, et mieux encore le nitrate cérique, je suis parvenu à extraire de la cryolite des quantités, très faibles, il est vrai, mais déjà sensibles, d'acide phosphorique (1). On expliquera ainsi le fait très curieux qui a été observé par M. Morin, à sa fabrique d'aluminium de Nanterre, où il prépare journellement de grandes quantités de chlorure double d'aluminium et de sodium avec de l'alumine extraite de la cryolite. Au moment où l'on fait entrer le chlore dans des cylindres chauffés au rouge et chargés avec un mélange d'alumine, de sel marin et de charbon, il se volatilise du phosphore en quantités notables qu'on peut recueillir dans les appareils de condensation destinés au chlorure double.

(1) Voyez mon Traité sur l'aluminium (Paris, Bachelier), pag. 99.

» *Alumine extraite de la cryolite.* — On reçoit actuellement, de Copenhague, de l'alumine impure provenant de la cryolite, et qui est très recherchée pour la fabrication de l'aluminium, parce qu'elle ne contient pas sensiblement de fer, quand elle est préparée avec de la cryolite bien blanche. Elle contient, d'après mon analyse :

Alumine.	44,8
Carbonate de chaux (1). .	0,7
Carbonate de soude. . . .	20,1
Eau et acide carbonique. .	34,4
	100,0

» Cette alumine, préparée en faisant passer de l'acide carbonique dans de l'aluminate de soude, est, en réalité, un carbonate double d'alumine et de soude que l'eau ne décompose qu'avec une très grande lenteur et jamais complétement. Ainsi un lavage prolongé à l'eau tiède ne lui fait perdre que 8,1 pour 100 de carbonate de soude, ce qui en laisse encore 12 pour 100 dans cette sorte d'alumine.

» Je profiterai de cette occasion pour faire remarquer que l'alumine contient des combinaisons presque indestructibles par le lavage avec les matières solubles de toute sorte contenues dans les liqueurs d'où on la précipite à l'état gélatineux. Ce sont ces phénomènes d'adhésion que M. Chevreul attribue à une *affinité capillaire* et qui mettent obstacle à toute précision et à toute certitude dans le mode commun d'analyse par les méthodes de précipitation. »

Séance du 30 avril 1859.

PHOTOGRAPHIE. — M. Thenard communique à la Société l'expérience suivante :

1° En pleine nuit il a désinsolé une feuille de papier ordinaire, en l'exposant pendant une heure à la vapeur d'eau ;

2° Il a divisé ensuite la feuille détachée en deux parties : l'une

(1) Avec des traces de phosphate de chaux. M. Persoz m'annonce qu'il a trouvé aussi du phosphate de fer dans la cryolite et certains aluminates du commerce, phosphate dont les propriétés sont masquées en partie par le dissolvant et qu'il met en évidence par des procédés nouveaux. D.

a été mise de côté pour servir de témoin ; la seconde, roulée sur elle-même, a été mise dans un tube de verre à l'une des extrémités duquel on faisait arriver de l'oxygène ozoné. Au bout d'un quart d'heure, l'oxygène ozoné se faisant parfaitement sentir à l'autre extrémité, la feuille a été retirée.

3° Cette même feuille étant ensuite employée à la manière des papiers insolés de M. Niepce de St-Victor a de tout point produit les mêmes effets. La demi-feuille laissée pour témoin n'en a produit aucun.

4° Un papier au chlorure ou au nitrate d'argent, traité par l'ozone, n'a donné au contraire aucun résultat sensible.

5° Le papier ordinaire ozoné possède d'ailleurs toutes les autres propriétés des papiers insolés.

6° Un papier ozoné maintenu quelque temps dans une éprouvette laisse dégager une odeur qui n'est pas celle de l'ozone, mais d'une matière essentielle : elle est d'ailleurs très fusible.

Que conclure de là ? ajoute M. Thenard : — c'est que les phénomènes d'insolation décrits par M. Niepce sont des phénomènes chimiques, déterminés indirectement par la lumière, qui n'agit là que comme agent intermédiaire.

Séance du 7 mai 1859.

CHIMIE. *Faits pour servir à l'histoire du chlorure zincique.* — La note suivante a été communiquée à la Société par M. J. Persoz.

« On sait que le chlorure zincique partage avec beaucoup de chlorures métalliques la propriété de se volatiliser à une température peu élevée ; il était donc tout naturel d'admettre, conformément aux lois de Berthollet, que la préparation de ce composé pourrait se faire par voie de double décomposition, en distillant un mélange sec de sulfate zincique et d'un chlorure alcalin, le chlorure sodique, par exemple, la réaction devant avoir lieu suivant l'équation $SO^3\ ZnO + Cl^2Na = NaO\ SO^3 + ZnCl^2$.

» Il était d'autant plus intéressant de tenter cette réaction, que le chlorure sodique est une matière première très abondante, et que le sulfate zincique est le produit secondaire de nombreuses opérations industrielles, et qu'il peut d'ailleurs être obtenu par l'oxydation directe de la *blende* SZn.

» Nous ne croyons pas qu'il soit nécessaire d'appuyer sur les avantages qu'il y aurait à pouvoir fabriquer ainsi le sulfate sodique sans être obligé d'attaquer le sel marin par l'acide sulfurique, ce qui est toujours plus ou moins dispendieux, et obtenir en même temps un composé (le chlorure zincique) qui, soit à l'état anhydre, soit en dissolution, reçoit aujourd'hui les plus belles applications dans les arts et dans l'industrie.

» Nous avons donc porté progressivement à la chaleur rouge-blanc dans des vases distillatoires un mélange intime à équivalents égaux de sulfate zincique et de chlorure sodique, lesquels avaient été préalablement bien desséchés. Or, l'opération ayant été prolongée pendant plusieurs heures, la réaction n'eut pas lieu comme nous l'avions pensé, c'est-à-dire qu'il ne passa rien à la distillation. Nous retrouvâmes dans la cornue un composé cristallin représenté par les éléments employés (sulfate zincique et chlorure sodique), mais nous ne saurions nous prononcer sur le véritable arrangement moléculaire de ce composé, qui se dissout dans l'eau avec la plus grande facilité.

» Ayant donc échoué dans notre tentative avec le sel marin, nous songeâmes à lui substituer le *chlorure calcique*. Nous reconnûmes que, dans ce cas, la double décomposition s'effectuait très facilement; et, en effet, à la *volatilité* du chlorure zincique, cause déterminante de la réaction, d'après Berthollet, mais qui était cependant insuffisante dans le cas précédent, vient s'ajouter ici l'*infusibilité* du sulfate calcique, cause non moins déterminante d'après le célèbre chimiste.

»En distillant donc dans une cornue en grès munie d'une allonge et d'un récipient un mélange à équivalents égaux de chlorure calcique et de sulfate zincique, nous obtenons, après que toute l'humidité a été expulsée, un abondant dégagement de vapeurs blanches très denses qui viennent se condenser sous forme d'un liquide visqueux, lequel prend presque aussitôt une consistance butyreuse. Ce produit est parfaitement blanc, si les matières employées ne renferment pas de fer. Dans le cas contraire, les premières parties qui passent à la distillation sont colorées en brun, suivant la proportion de fer qu'elles renferment, mais il arrive bientôt un moment où il ne distille que du chlorure zincique pur,

de sorte qu'en changeant l'allonge on peut recueillir ce chlorure parfaitement pur (1).

» Revenons maintenant à la double décomposition à priori, il semble qu'étant déterminée par la *volatilité* du Cl^2Zn et par l'*infusibilité* du SO^3 CaO, elle doive s'effectuer d'une manière complète et donner sensiblement la quantité de chlorure zincique indiquée par la théorie; l'expérience prouve qu'il n'en est pas ainsi, de telle sorte que 100 parties de mélange à équivalents égaux qui, théoriquement, devraient produire 49, 5 p. 100 de chlorure zincique, n'en donnent que 41 p. 100. Par exemple, dans une expérience que nous avons faite sur un poids de 308 grammes de mélange qui devait donner suivant la théorie 153 gr. de chlorure zincique, nous n'en avons obtenu que 123 : différence, 30. Il y a donc environ $\frac{1}{5}$ du chlorure qui reste fixé sur le sulfate calcique. En retirant de la cornue le résidu de la distillation, le pulvérisant et le traitant par l'eau, on retrouve à peu près tout le chlorure zincique qui manquait dans le produit de la distillation.

» Ce résultat prouve que le sulfate calcique possède comme beaucoup d'autres corps le pouvoir de condenser et de retenir la vapeur de certains corps, à des températures bien supérieures à celles où cette vapeur se forme, de sorte qu'on ne peut rompre des attractions de cette espèce qu'en ayant recours à l'action mécanique d'autres fluides élastiques.

» Il est évident que, si la distillation dont nous parlons s'effectuait en présence d'un courant de gaz, toute la vapeur du chlorure zincique serait expulsée. C'est, du reste, par un phénomène du même ordre qu'on explique pourquoi le zinc et le potassium s'extraient plus facilement et en plus grande quantité, lorsque ces métaux sont mis en liberté en présence d'une vaste atmosphère d'un fluide élastique inerte.

» De ce que nous venons de dire il ressort qu'en se mettant dans les conditions que nous avons exposées ci-dessus :

» 1° On n'arrive pas à distiller du chlorure zincique en calcinant

(1) En traitant par l'eau le chlorure zincique chargé de fer, et en abandonnant pendant quelques heures la solution à elle-même, elle ne tarde pas à se dépouiller complétement du fer qui se précipite à l'état d'*oxyde ferrique rosé*. P.

un mélange de sulfate zincique et de chlorure sodique, du moins dans les conditions que nous avons relatées.

» 2° On réussit, au contraire, parfaitement en employant un mélange à équivalents égaux *de sulfate zincique et de chlorure calcique.*

» 3° La volatilisation du chlorure zincique formé n'est jamais complète par une simple distillation.

» 4° Le procédé de fabrication du chlorure zincique, tel que nous venons de l'indiquer, peut être suivi avec avantage dans toutes les localités où l'on peut se procurer avec abondance le sulfate zincique et le chlorure calcique. »

Séance du 21 mai 1859.

PHOTOGRAPHIE. — M. Maxwell Lyte fait part à la Société des nouveaux perfectionnements qu'il a apportés à la préparation des glaces, par l'emploi de la *métagélatine*; il annonce qu'une glace ainsi préparée peut conserver sa sensibilité, soit avant, soit après l'exposition dans la chambre noire, pendant un temps presque illimité.

I. *Préparation de la métagélatine.* — Immergez 500 parties de gélatine dans de l'eau de pluie à la température de l'air, et lorsqu'elle s'est bien ramollie, faites-la égoutter sur un tamis. Faites-la ensuite fondre sur un feu doux, dans un vase de porcelaine ou de cuivre étamé, portez-la au point d'ébullition et ajoutez-y 100 parties d'acide oxalique pur. Retirez le mélange du feu, quand il aura bouilli une heure; versez-le dans une large bassine et jetez-y avec précaution, et lorsqu'il est encore chaud, une quantité de craie suffisante pour neutraliser l'acide qu'il contient. Pour séparer le dépôt d'oxalate de chaux, il suffit de laisser reposer et de décanter la partie surnageante au moyen d'un siphon, ou mieux en la filtrant à travers une étoffe de fil. On clarifie complétement le liquide encore laiteux en le faisant bouillir avec 2 ou 3 blancs d'œufs et en le filtrant de nouveau. Sa couleur est alors celle du vin de Xérès. On y mêle enfin le dixième de son poids d'alcool et on le verse dans des flacons bien bouchés où il peut se conserver indéfiniment.

II. *Nettoyage des glaces.* — M. Maxwell Lyte se sert pour cette opération d'une dissolution de 200 grammes de sous-carbonate de soude ordinaire dans un litre d'eau; il y plonge les glaces

pendant une heure et les frotte ensuite avec un peu de tripoli en poudre : les ayant rincées enfin sous un courant d'eau, il les sèche en les essuyant avec des linges qui ont été nettoyés au moyen d'une solution alcaline chaude, semblable d'ailleurs à celle qui a servi pour les glaces elles-mêmes.

Les glaces doivent être nettoyées une heure avant leur emploi et tenues parfaitement sèches ; et le laboratoire dans lequel on les prépare doit être exempt de toute espèce de vapeurs et parfaitement ventilé. Inutile, du reste, de faire remarquer que, par cela même que l'opération de les sensibiliser par ce procédé demande plus de temps que leur sensibilisation par le procédé ordinaire, le lieu où elle se fait doit être éclairé avec encore plus de précautions que d'habitude. Il faut n'y laisser pénétrer qu'une lumière jaune parfaitement uniforme.

III. *Collodion ; son application.* — Quant au collodion, il est assez difficile d'indiquer un moyen sûr d'en fabriquer qui donne constamment entre les mains du photographe un bon résultat. Tous les collodions réussissent quand ils ont été colorés par l'âge, notamment celui de M. Bertsch qui forme sur la glace une couche quelque peu pulvérulente. M. Maxwell Lyte recommande à ceux qui veulent en fabriquer eux-mêmes de se servir de préférence de la pyroxyline faite avec des acides à une température élevée. Les formules suivantes pour la composition du collodion lui paraissent les meilleures :

En Hiver.		En Été.	
Pyroxyline	8	Pyroxyline	8
Éther	800	Éther	700
Alcool absolu	200	Alcool absolu	300
Iodure de cadmium	6,25	Iodure de cadmium	6,25
Bromure de cadmium	2,5	Bromure de cadmium	2,5

Ce collodion ne renferme qu'une faible proportion d'alcool ; son emploi exige donc de la précaution ; ainsi, la glace étant tenue sur le porte-plaque, il faut, lorsque le collodion dont on l'a recouverte s'est écoulé par un coin, porter aussitôt ce coin dans une direction opposée, le coin qui était en haut se trouvant à son tour en bas. De cette manière la vapeur d'éther retourne, en quelque sorte, sur la glace et empêche que le point sur lequel le collodion a été versé ne se dessèche avant que le coin par lequel il s'est écoulé

ne se trouve prêt à recevoir l'action des liquides sensibilisateurs.

IV. *Sensibilisation de la glace et application de la métagélatine.* — Cette double opération nécessite l'emploi de trois bains, dans lesquels la glace doit être passée successivement : 1° le bain ordinaire de nitrate d'argent ; 2° un bain d'eau distillée ; 3° un bain composé de 250 parties (en volume) de métagélatine en dissolution, de 5 parties d'acide lactique sirupeux (1), de 1000 parties d'eau et de 1 partie (en poids) de nitrate d'argent.

La glace doit rester dans le premier bain de 5 à 10 minutes ; on la passe ensuite une ou deux fois (pas davantage) dans l'eau distillée pour enlever le nitrate d'argent non combiné, et on la laisse enfin de 5 à 10 minutes dans le bain n° 3 en l'agitant fréquemment, afin que l'absorption de la métagélatine s'y fasse d'une manière bien égale. Dans les temps froids et lorsque l'on désire donner aux épreuves négatives des tons plus intenses on peut ajouter au bain de métagélatine 5 parties d'oxymel.

La glace, retirée de son dernier bain, doit être mise à égoutter pendant quelques minutes dans un endroit obscur, puis placée dans la boîte à sécher qui doit être faite d'un bois non résineux (2), être revêtue intérieurement de papier, et renfermer une petite capsule d'acide sulfurique que l'on renouvelle de temps en temps et à mesure qu'il absorbe l'humidité ainsi que d'autres produits gazeux qui pourraient se rencontrer dans l'atmosphère qui entoure les glaces, tels qu'ammoniaque, chlore, acide sulfureux, hydrogène sulfuré, vapeurs d'essence de térébenthine, etc.

V. *Exposition ; développement de l'image ; fixation*, etc. — L'exposition dans la chambre noire de la glace sensibilisée doit durer plus ou moins, selon le mode de développement que l'on veut adopter. Ainsi, par exemple, pour une vue stéréoscopique prise avec un objectif à paysage de Ross et un diaphragme de 6 à

(1) On pourrait au besoin remplacer l'acide lactique par 10 grammes d'acide acétique purifié du commerce ou par 5 grammes d'acide acétique cristallisable. La raison pour laquelle on donne ici la préférence à l'acide lactique, c'est qu'il n'a pas, comme l'acide acétique, le défaut d'être volatil et qu'il ne produit pas des noirs aussi intenses. Dans tous les procédés secs, l'un peut être substitué avec avantage à l'autre.

(2) Il faut rejeter en général de la construction de ces boîtes tous les bois odorants, ainsi que toute espèce de vernis, d'huile, etc.

7 millimètres de diamètre, l'exposition doit être de quarante secondes à une minute, si l'on veut développer l'image par le sulfate de fer, ou de trois minutes à trois minutes et demie, si l'on emploie l'acide pyrogallique. M. Maxwell Lyte a pour habitude de développer avec le sulfate de fer, jusqu'à ce que tous les détails soient sortis, et il fait monter l'épreuve, si cela est nécessaire, avec un mélange de nitrate d'argent et d'acide pyrogallique. Voici, du reste, les liquides dont il se sert à cet effet :

N° 1.	Sulfate de fer,	10 grammes.
—	Ac. acétique cristallisable,	20 centes cubes.
—	Eau distillée,	500 »
N° 2.	Acide pyrogallique (1),	1 gramme.
—	Ac. acétique cristallisable,	10 centes cubes.
—	Eau distillée,	500 »
N° 3.	Nitrate d'argent,	1 gramme.
—	Eau distillée,	100 »

On met d'abord un peu d'eau sur la glace de manière à la mouiller également partout; puis, l'ayant placée sur un pied, on y verse assez de solution n° 1 pour la recouvrir; on rejette immédiatement ce liquide dans un verre où il a été probablement mis quelques gouttes du n° 3, puis on le verse et on le reverse sur la glace jusqu'à ce que tous les détails soient parfaitement développés. Aussitôt que ce résultat est produit, on place l'épreuve sous un filet d'eau, afin d'en enlever toute trace de la solution de fer, et si, alors, on le juge nécessaire, on colore l'épreuve en la traitant par la solution n° 2 à laquelle on a ajouté un peu de n° 3. Elle est ensuite fixée à la manière ordinaire, avec le cyanure de potassium ou l'hyposulfite de soude, puis enfin lavée, séchée et vernie.

Séance du 2 juillet 1859.

CHIMIE. *Nouvelles observations sur les bases organiques dérivées de la liqueur des Hollandais.* — M. S. Cloëz a lu à la Société, dans cette séance, la note suivante :

« J'ai communiqué anciennement déjà, à la Société, une note

(1) Pour éviter la nécessité de peser constamment l'acide pyrogallique, on peut, ainsi que l'a conseillé M. Crookes, faire une solution de 10 grammes de ce corps dans 100 grammes d'alcool absolu ; 10 centimètres cubes de cette solution représentant 1 gramme d'acide solide.

relative à la production d'une nouvelle série de bases organiques résultant de l'action de l'ammoniaque et des bases volatiles sur les carbures d'hydrogène chlorés ou bromés. (*L'Institut*, 1853, p. 213.) J'ai eu l'occasion, plusieurs fois depuis, de présenter verbalement les résultats les plus importants de mon travail aujourd'hui très étendu.

» Je croyais être complétement maître de mon sujet, lorsque M. Hofmann a proposé une légère modification aux formules des bases dont je revendique hautement la découverte. J'espérais que mes observations relatives à la composition de la forménamine, de l'aceténamine et de plusieurs autres bases analogues (Compt. Rend., XLVI, p. 344) auraient pour effet de calmer l'impatience du chimiste anglais, et, dans cette persuasion, je m'occupais tranquillement de l'analyse et de l'étude des nombreux composés nouveaux que je suis parvenu à produire et à séparer avec beaucoup de peine, lorsque M. Hofmann, sans avoir répondu à mes observations, sans avoir discuté les expériences présentées à l'appui de ma manière de voir, est venu de nouveau proposer des noms différents et des formules modifiées d'après une théorie préconçue, pour plusieurs des bases dérivées de la liqueur des Hollandais que j'ai obtenues et fait connaître depuis longtemps.

» L'action de l'ammoniaque en excès sur l'éthylène bibromé produit plusieurs bases parmi lesquelles il s'en trouve une bouillant au-dessus de 300° et dont la composition est représentée par la formule $C^8\,H^{10}\,Az^2$. Cette base sature un équivalent d'acide, et son chlorhydrate forme avec le chlorure de platine, un sel double formé de $C^8\,H^{10}\,Az^2$, $H\,Cl\,Pt\,Cl^2$.

» La réaction qui donne naissance à cette base pour laquelle j'ai proposé le nom de *diacétenamine* en ce qu'elle représente 2 équivalents d'acétenamine, supposée anhydre, est représentée par l'égalité suivante :

$$2(C^4H^4Br^2) + 5\,Az\,H^3 = C^8H^{10}Az^2, H\,Br + 3\,(Az\,H^3\,H\,Br).$$

» La méthylamine, l'éthylamine, la butylamine, l'aniline agissent sur l'éthylène bibromé absolument comme l'ammoniaque ; ainsi l'on obtient :

La diacétenméthylamine	$C^{12}\,H^{14}\,Az^2 = 2(C^6\,H^7\,Az)$
La diacétenéthylamine	$C^{16}\,H^{18}\,Az^2 = 2(C^8\,H^9\,Az)$

La diacétenbutylamine $C^{24}H^{16}Az^2 = 2(C^{12}H^{13}Az)$
La diacétenaniline $C^{32}H^{18}Az^2 = 2(C^{16}H^{9}Az)$

Mais, de même que la production de la diacétenamine est accompagnée de celle de la forménamine C^2H^3Az, HO, de l'acétenamine C^4H^5Az, HO, de même l'on obtient avec les bases volatiles autres que l'ammoniaque :

La formenméthylamine C^4H^5AzHO ; — l'acétenméthylamine C^6H^7Az,HO
La formenéthylamine C^6H^7AzHO ; — l'acétenéthylamine C^8H^9Az,HO
La formenbutylamine C^8H^9AzHO ; — l'acétenbutylamine $C^{10}H^{11}Az$,HO
La formenaniline $C^{14}H^7Az$; — l'acétenaniline $C^{16}H^9Az$

M. Hofmann donne à la formenaniline le nom de *diphényldiammine monoéthylénique*, et il représente sa composition par la formule $C^{28}H^{16}Az^2$.

» L'acétenaniline, connue et décrite depuis longtemps, est, pour le même chimiste, de la *diphényldiammine diéthylénique* dont la formule est la même que la nôtre, sauf qu'elle est doublée.

» Les mêmes rapprochements peuvent être faits pour les produits de l'action de l'éthylamine sur l'éthylène bromé.

» Le chimiste anglais admet l'existence d'un métal diatomique, l'*éthylène diéthyl-diammonium*, dans la formenéthylamine ; et il représente la composition de cette base par la formule $C^{12}H^{18}Az^2O^2$, différant de celle que nous avons proposée par un équivalent d'hydrogène en plus, outre qu'elle est doublée.

» La base *diéthylénique* de M. Hofmann a la même composition que *l'acétenéthylamine*, la formule est simplement doublée.

» Il arrive fréquemment que plusieurs chimistes s'occupent d'un même sujet à l'insu l'un de l'autre ; ce n'est pas le cas en ce qui nous concerne M. Hofmann et moi. Dans la crainte d'être devancé on présente quelquefois des travaux incomplets, dont l'effet est d'engager la science dans une voie fausse ; pour éviter cet écueil, j'ai tenu à faire un travail aussi complet que l'état actuel de la science et mes faibles ressources me l'ont permis.

» J'ai lieu de croire que les observations de M. Hofmann tendent seulement à appuyer sa théorie sur la constitution des bases dérivées de la liqueur des Hollandais ; à ce point de vue, je ne peux que lui être reconnaissant de l'importance qu'il donne à mon travail ; s'il en était autrement, s'il voulait s'attribuer la

découverte des faits qu'il interprète à sa manière, mon devoir serait de protester contre une façon d'agir dont on a eu jusqu'ici fort peu d'exemples dans la science. »

Séance du 16 juillet 1859.

La note suivante, sur la composition chimique des valves de la Lingule, a été communiquée dans cette séance par M. S. Cloez.

« Les enveloppes solides d'un grand nombre de Mollusques, désignées vulgairement sous le nom de coquillages, diffèrent essentiellement par leur composition chimique des parties qui forment le squelette des animaux vertébrés. L'élément calcaire est, à la vérité, commun aux unes et aux autres; mais dans les coquilles la chaux est principalement à l'état de carbonate, tandis que dans les os elle se trouve en grande partie unie à l'acide phosphorique; c'est là la différence caractéristique qui a été constatée par un grand nombre de chimistes.

» Les valves de la Lingule (*Lingula anatina*) font exception à cette règle. Elles contiennent en effet, comme les os, une grande quantité de phosphate de chaux et fort peu de carbonate; elles fournissent en outre à l'analyse presque la moitié de leur poids d'une matière organique azoto-sulfurée, analogue au cartilage, et tout à fait semblable à la substance cornée des écailles des Poissons.

» L'analyse de ces coquilles ne présente aucune difficulté : on commence par les dessécher dans un courant d'air sec à 100 degrés, jusqu'à ce qu'elles ne perdent plus de leur poids. On détermine la proportion de l'acide carbonique en les traitant par l'acide chlorhydrique faible, dans le petit appareil communément employé pour cet usage ; après vingt quatre heures de contact, la réaction est terminée. La matière organique, séparée des sels calcaires, conserve la forme de la coquille; on la retire du liquide, on lui fait subir plusieurs lavages à l'eau chaude, puis on la dessèche à 100°, pour en déterminer ensuite le poids. Il est à remarquer que l'on n'obtient par ce moyen qu'une partie de la substance organique des valves; il s'en dissout toujours dans la liqueur acide une certaine quantité, qui est variable, et d'autant plus grande que l'on opère à une température plus élevée et que le contact est plus prolongé. Pour avoir le poids total de cette matière, il faut incinérer à blanc une portion des coquilles, peser le

résidu, lui restituer par le calcul l'acide carbonique dégagé. La différence entre le poids ainsi déterminé et celui de la coquille soumise à l'incinération représente d'une manière suffisamment exacte la quantité de l'élément organique, qui varie de 0,46 à 0,43, suivant l'âge de l'animal. La moyenne de quatre déterminations a été trouvée égale à 0,452. En traitant les valves par l'acide chlorhydrique, il reste seulement 0,226 d'une matière membraneuse, transparente et semblable à la *chitine ;* par un hasard singulier, il se trouve que l'acide dissout de la matière organique une quantité précisément égale à celle qui résiste à son action.

» Les cendres de valves de Lingule se dissolvent complétement dans l'acide chlorhydrique sans effervescence ; la solution évaporée à sec laisse un résidu qui n'est plus entièrement soluble dans l'eau acidulée ; il reste environ 0,001 de silice, provenant sans doute de la matière azoto-sulfurée.

» Un essai préalable m'a montré la présence du fer en quantité notable dans les coquilles fraîches. On sépare ce corps sous forme de phosphate basique insoluble dans l'acide acétique, et on le dose ensuite à l'état de sesquioxyde ; à cet effet, on sursature la solution acide du résidu de l'incinération par l'ammoniaque, on ajoute à la liqueur trouble de l'acide acétique en excès, de manière à redissoudre le phosphate tricalcique, sans toucher au phosphate de fer basique, que l'on recueille, et qu'on analyse à part; la quantité de fer trouvée, évaluée en sesquioxyde, est de 0,0085, représentant 0,0198, ou près de deux centièmes de phosphate de fer, $2\,Fe^2\,O^3 + 3\,Ph\,O^5$. La présence du phosphate de fer explique, jusqu'à un certain point, la coloration bleu-verdâtre se rapprochant de celle de la turquoise, que l'on aperçoit sur plusieurs endroits de la coquille, notamment vers la pointe ; le traitement par les acides fait disparaître cette coloration, mais elle persiste dans le produit de l'incinération, après l'addition de quelques gouttes d'acide azotique et une nouvelle application de la chaleur pour achever la combustion.

» Après la séparation du phosphate de fer, l'acide phosphorique restant a été isolé des bases alcalino-terreuses, la chaux et la magnésie, au moyen du perchlorure de fer et de l'acétate de soude. Le précipité, lavé, séché et calciné, a été pesé, le fer en a été ensuite retiré et dosé à l'état de sesquioxyde ; la détermination de l'acide

phosphorique a été faite ainsi par différence. Dans une autre expérience, le phosphate de fer avec excès d'oxyde a été redissous dans l'acide chlorhydrique; la solution, additionnée d'acide tartrique, puis sursaturée par l'ammoniaque, a été précipitée par le sulfate de magnésie; les résultats obtenus dans ce second essai ont été de 0,005 plus forts que ceux du premier procédé.

» La chaux restant dans la liqueur débarrassée de l'acide phosphorique a été précipitée par l'oxalate d'ammoniaque et dosée à l'état de sulfate de chaux.

» Quant à la magnésie elle a été retirée après la chaux et pesée sous forme de pyrophosphate.

» La composition chimique de la Lingule se rapproche singulièrement de celle des écailles des Poissons, déterminée depuis longtemps par M. Chevreul et vérifiée récemment par M. Fremy ; elle a aussi beaucoup d'analogie avec celle de l'enveloppe des Insectes, telle qu'elle a été établie au commencement de ce siècle par Hatchett. Il ne m'appartient pas de tirer les inductions physiologiques qui peuvent ressortir de cette comparaison. M. Gratiolet, à qui je dois les coquilles qui ont servi à mon analyse, est mieux que personne à même de faire saisir ces analogies et d'en développer les conséquences dans le travail d'ensemble qu'il fait sur plusieurs classes de Mollusques.

» Pour 100 parties les valves de Lingule séchées à 100 degrés contiennent :

Matière organique azoto-sulfurée	45,20
Acide carbonique	2,94
— phosphorique	22,75
— silicique	traces
Chaux	26,51
Magnésie	1,75
Sesquioxyde de fer	0,85
	100,00

ou bien :

Matière organique	45,20
Carbonate de chaux	6,68
Phosphate de chaux	42,29
— de magnésie	3,85
— de sesquioxyde de fer	1,98
Silice	traces
	100,00

» Les écailles de Lépisostée analysées par M. Chevreul (*Hist. naturelle des Poissons*, par Cuvier, t. I, p. 479), renferment :

Matière azotée	41,00
Matière grasse liquide	0,40
Sels de soude (chlorure, sulfate, carbonate)	0,10
Sous-carbonate de chaux	10,00
Phosphate de chaux des os	46,20
— de magnésie	2,20
Peroxyde de fer	traces
Perte	0,10
	100,00

» Le test des Insectes, d'après Hatchett, contient :

Substance d'un jaune clair analogue à un cartilage (*chitine* des chimistes modernes)	26
Phosphate de chaux	64
Carbonate de chaux	10
	100

» La matière organique azoto-sulfurée, séparée des coquilles, ressemble à la plupart des substances azotées de l'organisation. Elle se comporte avec les réactifs acides et alcalins à peu près comme la chitine ; seulement elle se dissout bien plus facilement que cette substance dans l'acide chlorhydrique ; mais elle est comme elle à peu près insoluble dans la solution de potasse à la température de l'ébullition. Je ne me suis pas laissé entraîner à considérer cette matière comme une espèce chimique distincte et à lui donner un nom nouveau. A mon avis on ne doit regarder comme principes immédiats définis que les corps susceptibles de se combiner avec d'autres corps sans se modifier et de former des composés définis qui sont soumis aux lois ordinaires de la chimie. Or, rien de semblable n'a lieu pour les *éléments anatomiques organisés* des animaux et des végétaux. Que l'anatomiste et le physiologiste les étudient avec soin pour les distinguer et reconnaître le rôle qu'ils sont appelés à remplir dans l'organisation, c'est un point essentiel ; mais le vrai chimiste n'a rien à voir dans leur étude : il ne doit les admettre tout au plus que comme des matières premières pouvant servir à donner, par une altération plus ou moins profonde des corps qui présentent les caractères essentiels des *espèces chimiques définies*, des principes immédiats proprements dits »

Séance du 30 juillet 1859.

ANATOMIE VÉGÉTALE. *Faisceaux ligneux des Fougères.* — M. Paul Bert a présenté à la Société dans cette séance la note suivante :

« On enseigne généralement que les tubes vasculaires qui composent les faisceaux ligneux des Fougères appartiennent tous à la classe des vaisseaux scalariformes et des vaisseaux poreux. Hugo Mohl, Richard, de Mirbel, Adrien de Jussieu, M. Brongniart et d'autres ont professé ou professent encore cette opinion. Cependant, vraie sans doute pour la tige adulte des Fougères en arbre étudiées par Mohl(1), elle devient beaucoup trop exclusive si on veut l'appliquer aux pétioles et aux nervures des jeunes frondes des autres Filicinées.

» Si l'on pratique, en effet, une coupe verticale dans une fronde encore enroulée de *Polypodium*, d'*Adianthum*, de *Pteris* d'*Asplenium*, de *Dicsonia*, etc., on y constate facilement l'existence de tous les ordres de vaisseaux, y compris les vraies trachées déroulables. Il est même possible, en brisant l'extrémité du pétiole, de soutenir le fragment à l'aide des filaments spiraux sortis de leurs tubes, comme il arriverait d'une jeune tige de Vigne ou de Sureau.

» Ces trachées, comme je l'ai particulièrement constaté dans le *Polystichum Filix mas*, le *Polypodium vulgare*, etc., semblent même exister seules au sommet de la fronde en voie de développement. Bientôt, leur nombre absolu et relatif diminue, et l'on voit apparaître des vaisseaux spiraux annelés ou rayés, se métamorphosant les uns dans les autres pour former des tubes mixtes de nature diverse suivant la hauteur. Les vaisseaux scalariformes qui, au dire de Mohl (2), existeraient seuls dans les Fougères, sont au contraire fort rares à cette époque ; mais leur nombre augmente rapidement avec la densité du tissu, sans que j'aie pu voir nettement s'ils procèdent des autres vaisseaux, chose douteuse cependant, vu leur calibre généralement supérieur. Enfin, ils finissent par exister presque seuls dans les parties plus vieilles

(1) *De structura Filicum*, dans *Icones selectæ plantarum cryptogamicarum* (Martins, 1827, p. 47).

(2) *Filicum vasa omnia pertinent ad clanem scalariformium porosorumque* (loc. cit.)

de la plante, où se rencontrent encore assez rarement quelques-uns de ces vaisseaux mixtes que Richard appelait *spiro annulaires*.

» Si quelques vaisseaux scalariformes et un grand nombre de spiraux, d'annelés, etc., procèdent des trachées, un plus grand nombre encore se développent au sein du tissu cellulaire avec la nature qu'ils conserveront plus tard ; ils apparaissent alors sous forme de fuseaux de longueur variable.

» Si l'on écrase entre deux plaques de verre une lame mince de tissu contenant des vaisseaux de différents ordres, leur membrane tubulaire se brise et on les voit alors ou se disperser en anneaux isolés, ou se dérouler en spirale, comme pour témoigner du mouvement en tourbillon qui les a formés ; mais il est toujours facile, à l'élasticité, à la longueur, à la régularité de la spire, de distinguer les vrais fils libres des trachées d'avec les lanières plus ou moins fragiles des vaisseaux spiraux ou scalariformes.

» J'ai vu des trachées à 1 ou 2 fils, généralement espacés dans leurs tours de spire, s'enroulant, ainsi que les vaisseaux spiraux simples, de bas en haut et de droite à gauche, chaque fois du moins que j'ai cherché leur direction. Lorsqu'elles font partie d'un faisceau vasculaire complexe, elles m'ont semblé occuper le plus souvent les parties centrales de ce faisceau. »

Séance du 6 *aout* 1859.

BOTANIQUE. *Champignons.* — MM. Labourdette et Champion ont communiqué, dans cette séance, à la Société, la note suivante sur l'*Iconographie des Champignons.*

« La mycologie s'appuie, dans les ouvrages systématiques, sur des caractères si subtils, que leur application aux déterminations immédiates est, pour ainsi dire, une chose impossible. Un être quelconque est d'abord connu par sa physionomie ; c'est la physionomie qui dicte les premiers jugements, et les caractères mycrographiques, malgré leur incontestable importance, ne sont après tout qu'un élément indispensable de critique. L'étude des sporules fournit sans doute un caractère précis du Champignon, mais ne donne aucune notion de sa forme et de son aspect : ce même aspect est cependant indispensable. C'est, quoi qu'on en dise, par là surtout que se révèlent l'espèce et le genre. Nous in-

sistons d'autant plus sur ce point qu'on fait aujourd'hui un abus extrême, en botanique, de l'application des éléments microscopiques à la classification. Les considérer exclusivement dans la classification des Champignons, en particulier, serait une erreur fâcheuse ; autant vaudrait-il essayer de classer les Mammifères par la considération de leurs globules du sang ou de leurs éléments zoospermiques.

» Un illustre zoologiste, M. Schlegel, a intitulé un livre célèbre d'erpétologie : Essai sur la physionomie des Serpents. Nous croyons qu'il est temps enfin de réaliser un essai sur la physionomie des Champignons. Comme l'ont d'ailleurs compris MM. Persoon et Léveillé, il faut les grouper selon les caractères visibles de leur ensemble, selon leurs attitudes et selon les circonstances de leur développement. D'ailleurs, ces groupes indiqués par la physionomie sont presque toujours d'accord avec les résultats que donne l'étude approfondie des éléments reproducteurs. L'un de nous (M. Labourdette) a eu depuis longtemps l'idée d'exécuter ce travail de description et d'iconographie scientifique. Mais le crayon est impuissant à rendre les aspects si délicats des surfaces, la physionomie se perd totalement dans ces images. Or, ce que le dessin ne peut faire ici, la photographie le donne, et M. A. Champion a bien voulu s'associer à cette œuvre pour la partie photographique.

» Nous avons l'honneur de présenter à la Société quelques épreuves de grandeur naturelle, qui feront mieux que des paroles ressortir l'importance de cette application de la photographie. Cette application a réclamé certaines modifications dans les procédés opératoires que M. Champion fera ultérieurement connaître à la Société. Pour le moment, nous avons voulu seulement lui soumettre ces premiers résultats. »

Séance du 13 *août* 1859.

CHIMIE. *Propriétés oxydantes de l'essence de térébenthine.* — M. Berthelot a communiqué à la Société dans cette séance les recherches suivantes sur ce sujet.

« Un grand nombre de matières jouissent, au moment où elles s'oxydent, de la propriété de déterminer l'oxydation simultanée de certaines substances que l'oxygène de l'air, agissant

isolément, serait impuissant à oxyder.Ces phénomènes d'oxydation indirecte semblent jouer un rôle essentiel dans les réactions sur lesquelles repose la photographie, et se retrouver fréquemment dans la végétation des plantes et dans la nutrition des animaux ; car tous ces phénomènes s'accomplissent à la température ordinaire et sans le concours des réactifs puissant que l'on est habitué à mettre en œuvre dans les laboratoires.

C'est pour tâcher d'éclairer quelques points relatifs à cet ordre si intéressant de phénomènes que j'ai entrepris des recherches sur les propriétés oxydantes de l'essence de térébenthine. Cette essence possède ces propriétés d'une manière très-marquée, et c'est en même temps un composé organique suffisamment défini pour se prêter à une étude précise. J'ai fait un grand nombre d'expériences dont plusieurs ont amené des résultats définitifs, tandis que d'autres sont encore trop incomplètes pour en parler ici. Voici les questions que je vais discuter aujourd'hui :

1° Quelles sont l'intensité et les limites des oxydations indirectes provoquées par l'essence de térébenthine?

2° Dans quelles conditions l'essence peut-elle acquérir ou perdre ses propriétés oxydantes?

3° Quelle est la relation véritable entre l'essence qui détermine l'oxydation et l'oxygène qui en est l'agent?

I. — La décoloration de l'indigo est l'une des oxydations indirectes les plus frappantes parmi celles que l'essence de térébenthine est apte à provoquer. Elle a été découverte par M. Schönbein, qui a signalé également l'oxydation de l'acide sulfureux, celle de divers métaux, etc., sous cette même influence. J'ai observé que cette essence peut oxyder aussi le pyrogallate de potasse, le sucre et probablement le mercure.Parmi ces divers phénomènes j'ai plus particulièrement examiné avec détail l'oxydation de l'indigo et celle du pyrogallate de potasse comme propres à servir de mesures pour en déterminer l'intensité et les limites.

1° *Indigo*. — On fait bouillir dans un matras une solution aqueuse et étendue de sulfate d'indigo avec de l'essence de térébenthine distillée depuis quelques semaines, on agite vi-

vement le tout ; au bout de quelques minutes l'indigo se trouve décoloré. Si l'on opère avec une liqueur aqueuse à peine teintée de bleu, la décoloration est presque immédiate. J'ai cherché combien un volume déterminé d'essence pouvait décolorer de volumes d'une solution titrée d'indigo. On opère en ajoutant cette solution par petites quantités et en attendant sa décoloration complète avant d'ajouter une nouvelle proportion. L'expérience ainsi conduite se prolonge pour ainsi dire indéfiniment : la décoloration devient de plus en plus lente, sans cesser pourtant de se produire et sans qu'il soit possible tout d'abord d'en assigner le terme, même au bout de plusieurs semaines. Or, l'expérience ainsi prolongée comporte deux causes d'erreur fort graves. En effet, une ébullition d'aussi longue durée finit par volatiliser presque toute l'essence ; et le reste se résinifie d'autant plus vite que l'on opère à 100°.

J'ai alors cherché si l'expérience pouvait se faire à froid, de façon à permettre de la prolonger sans fatigue et sans perte de matière. Or, il suffit d'agiter l'essence avec la solution d'indigo pour décolorer celle-ci. Au commencement de l'expérience, le temps nécessaire pour obtenir la décoloration est plus long qu'à 100° ; mais cet inconvénient est bien vite compensé. Il n'est point nécessaire d'ailleurs d'agiter continuellement le mélange, car la décoloration se fait d'elle-même au bout d'un certain temps. Ces faits posés, voici comment j'ai opéré :

Dans un flacon de 10 litres j'ai introduit 5^{cc} d'essence de térébenthine rectifiée depuis quelques semaines, 50 $^{gr.}$ d'eau et 100^{cc} d'une solution titrée d'indigo. Ces 100^{cc} exigeaient pour leur décoloration 50^{cc} de chlore (1), c'est-à-dire 25^{cc} d'oxygène.

Le tout a été maintenu à une température comprise entre 20° et 30° pendant 8 mois : on ajoutait l'indigo par fraction de 50^{cc}, ou moins, au fur et à mesure de la décoloration.

Voici la marche de l'expérience commencée le 29 novembre 1858, terminée le 31 juillet 1859 :

Au bout de 7 jours, 5^{cc} d'essence ont décoloré 400^{cc} de solu-

(1) Déduit du volume de chlorure de chaux titré nécessaire pour produire la décoloration de l'indigo.

tion d'indigo, volume équivalent à 100^{cc} d'oxygène, c'est-à-dire que,

En 7 jours 1 volume d'essence a déterminé l'absorption de		20 vol. d'oxyg.
En 16 jours l'absorption s'élevait à		40 »
En 25	»	60 »
En 37	»	80 »
En 63	»	102 »
En 77	»	108 »
En 160	»	135 »
En 182	»	146 »
En 220	»	168 »

La décoloration n'a pu être poussée plus loin. A ce moment l'essence paraissait complétement résinifiée et avoir perdu toutes ses propriétés.

On peut se demander si, dans les conditions de temps qui viennent d'être signalées, l'action seule de l'air et de la lumière ne serait pas efficace pour décolorer l'indigo. Pour répondre à ce doute, j'ai versé dans un quart de litre d'eau une seule goutte de la solution d'indigo employée dans les expériences précédentes, et j'ai abandonné le tout dans des conditions d'aération et de lumière aussi identiques que possible avec celles où se trouvait l'essence sur laquelle j'opérais. La liqueur en demeura sans aucun changement pendant plusieurs mois (1).

Pour se rendre un compte plus précis de l'oxydation de l'indigo déterminée par l'essence de térébenthine, on peut comparer la proportion d'oxygène absorbée par l'indigo dans un intervalle de temps déterminé avec cet intervalle lui-même.

(1) Au bout de ce temps, des moisissures apparurent et la décoloration s'opéra en peu de jours. Je signale ce fait pour ne rien omettre. Mais c'est là un phénomène dû à une cause étrangère et qui ne se produit point quand le liquide est recouvert par une couche d'essence de térébenthine. Cependant il paraît que d'autres observateurs ont remarqué la décoloration spontanée des solutions d'indigo sous l'influence de la lumière solaire. Ce point mérite d'être éclairci.

Temps.	Volume absorbé.	Volume absorbé en un jour.
7 jours (décembre)	20	2,9
9 »	20	2,2
9 »	20	2,2
12 »	20	1,7
26 jours (janvier)	22	0,85
14 »	6	0,43
83 jours (février, mars, avril)	27	0,31
22 jours (mai)	11	0,50
38 jours (juin, juillet)	22	0,58

On voit par là que l'absorption d'oxygène a été la plus active au début, que sa vitesse a décru rapidement, presque jusqu'au dixième de sa valeur primitive, puis, qu'elle a augmenté de nouveau jusqu'à atteindre le cinquième de cette valeur, moment où elle est parvenue à son terme définitif. — Il est possible que cette oscillation singulière soit due en partie à l'époque même des expériences commencées en hiver, poursuivies au printemps, terminées en été, et sans que l'on ait pris de précautions spéciales pour éviter les variations survenues dans la température et dans la lumière ambiantes.

Comparons encore la proportion d'oxygène ainsi absorbée par l'indigo sous l'influence de l'essence avec le poids de cette essence et avec son équivalent.

1^{cc} d'essence détermine l'absorption par l'indigo de 168^{cc} d'oxygène, c'est-à-dire : $1^{gr.}$ d'essence répond $0^{gr.},27$ d'oxygène absorbé. Si l'on remarque que 1^{cc} d'essence exigerait pour être changé en eau et en acide carbonique 2 litres d'oxygène, on reconnaît que la proportion d'oxygène absorbée par l'indigo s'élève au douzième de la proportion nécessaire pour brûler complétement l'essence, autrement dit, 1 équivalent d'essence de térébenthine $C^{20}H^{16}$ détermine l'absorption par l'indigo de 4,7 équivalents d'oxygène.

Ces diverses formules donnent une idée exacte de l'intensité et des limites des propriétés oxydantes de l'essence de térébenthine vis-à-vis de l'indigo.

2° *Pyrogallate de potasse.* — L'essence de térébenthine peut déterminer l'oxydation du pyrogallate de potasse; cette oxydation doit être effectuée à l'abri du contact de l'air, dont l'oxygène agit déjà sur sur le pyrogallate. L'oxydation de

ce principe par l'essence atteint au bout de quelques instants sa limite extrême, laquelle peut servir de mesure à la proportion d'oxygène actif unie à l'essence. J'y reviendrai tout à l'heure à ce point de vue. On voit par là que non-seulement l'essence oxyde dans une liqueur acide l'indigo, substance non oxydable par l'oxygène de l'air ; mais que cette même essence oxyde dans une liqueur alcaline l'acide pyrogallique, substance oxydable par l'oxygène de l'air.

3° *Mercure.* — L'essence active jouit également de la propriété d'émulsionner et d'éteindre le mercure par le fait seul de l'agitation. En même temps se développe une poudre noire qui semble formée par du protoxyde.

Cette propriété est très-caractéristique ; c'est celle qui permet de reconnaître le plus rapidement si l'essence jouit des propriétés oxydantes. J'ai cherché à recueillir la poudre noire qui précède pour la soumettre à l'analyse. Dans ce but je l'ai isolée autant que possible par lévigation, puis je l'ai lavée à l'eau, à l'alcool et à l'éther, et enfin séchée à la température ordinaire. Chauffée dans un tube, elle a dégagé du mercure métallique et une petite quantité d'acide carbonique. Ce gaz était sans doute produit par la réaction de l'oxygène fixé sur le métal et de quelque matière organique non éliminée par les lavages. Je n'ai point réussi à recueillir cette poudre noire en quantité suffisante pour la soumettre à un examen plus approfondi. La fixation de l'oxygène sur le mercure sous l'influence de l'essence de térébenthine, si elle était bien constatée, pourrait être rapprochée de la formation du protoxyde de mercure signalée dans la préparation de l'onguent gris. On sait que cet onguent se prépare en broyant un mélange de mercure et d'axonge ; or l'axonge renferme de l'oléine laquelle possède des propriétés oxydantes indirectes analogues à celles de l'essence de térébenthine. L'essence, apte à oxyder l'indigo, n'agit point sur la teinture de tournesol dans les mêmes conditions. Je n'ai pas observé davantage la formation de l'acide nitrique sous son influence, en opérant soit avec de l'eau pure, soit avec un lait de chaux, toujours avec le concours du temps.

4° *Sucre.* En abandonnant dans un grand flacon une solution étendue de sucre de cannes avec un peu de chaux éteinte,

le tout placé sous une couche d'essence, j'ai obtenu une proportion notable d'acide oxalique. Une portion du sucre de cannes est demeurée inaltérée. L'expérience a duré 7 mois.

II. — 1° Il suffit d'abandonner l'essence récemment distillée à elle-même dans un vase à demi rempli pour lui faire acquérir les propriétés oxydantes caractéristiques.

2° L'influence de la lumière solaire n'est nullement indispensable ; l'essence acquiert ces propriétés même dans l'obscurité relative d'une armoire fermée.

3° Le temps nécessaire n'est pas très long ; car l'essence, privée de cette aptitude oxydante, ne paraît jamais l'être d'une manière absolue, toutes les fois que l'on opère au contact de l'air. Seulement, dans ces conditions, au lieu de décolorer à chaud l'indigo en quelques minutes, elle le décolore dans l'espace d'une demi-heure, d'une heure, ou tout au plus de quelques heures. Pour bien constater cette différence, il est nécessaire d'opérer avec une proportion d'indigo tout au plus suffisante pour donner à l'eau une teinte bleuâtre à peine perceptible. La solution ainsi teintée est dans les conditions les meilleures pour accuser le phénomène cherché avec sensibilité.

4° L'essence douée des propriétés oxydantes les conserve pendant plusieurs années et probablement jusqu'à sa résinification totale.

L'essence qui possède les propriétés oxydantes peut en être privée par plusieurs méthodes :

1° En la portant à la température de l'ébullition (160°). Comme, dans ces conditions, elle ne dégage point d'oxygène, il est probable que, par le fait de l'ébullition, elle s'unit d'une manière définitive à l'oxygène qu'elle renfermait jusque-là sous une forme transitoire.

2° En agitant l'essence dans un vase clos ou sur le mercure avec du pyrogallate de potasse : l'action est immédiate.

3° En agitant à froid ou à 100° avec un excès de teinture d'indigo l'essence contenue dans un vase scellé ; il est nécessaire de prolonger l'action pendant une demi-journée ou même pendant un jour entier.

L'essence dépouillée de ses propriétés oxydantes cesse

d'agir sur l'indigo, sur le mercure et sur le pyrogallate de potasse, pourvu qu'elle n'ait pas le contact de l'air dans l'intervalle. Pour constater nettement cette inactivité il est nécessaire d'ouvrir sur le mercure les vases qui renferment l'essence rendue inactive et de transvaser celle-ci à l'abri de tout contact de l'air, par exemple à l'aide de la pipette Doyère. Si l'on veut éviter également le contact du mercure, on ouvre sur l'eau bouillie ou saturée d'acide carbonique pur, et on transvase dans des flacons ou dans des matras remplis d'acide carbonique.

J'ai cherché s'il y avait quelque différence physique entre l'essence active et la même essence rendue inactive ; mais je n'ai trouvé aucune différence. Les pouvoirs rotatoires, notamment, sont les mêmes dans les deux cas.

Voici les nombre observés, dans les mêmes conditions :

Essence type $\alpha_j =$	—15°,3
La même ayant oxydé l'indigo à 100° avec le concours de l'air	—15°,0
La même ayant épuisé son action sur l'indigo à 100° dans un matras scellé et devenue ainsi inactive	—15°,2
La même ayant épuisé son action à froid sur l'indigo dans un matras scellé et devenue ainsi inactive	—15°,3

Cette identité de propriétés me paraît due à la circonstance suivante : la portion vraiment active de l'essence ne comprend point la totalité de la masse, mais seulement une fraction excessivement minime. En effet, je montrerai plus loin que l'essence douée des propriétés oxydantes qui a été examinée ci-dessus renfermait seulement la moitié de son volume d'oxygène actif, c'est-à-dire $\frac{1}{1200}$ de son poids ou $\frac{1}{72}$ d'équivalent.

La diversité d'une portion de matière aussi faible n'influe pas suffisamment sur les propriétés physiques de l'ensemble pour devenir manifeste en les modifiant.

III. — Reste à examiner la nature véritable de l'action oxydante exercée par l'essence de térébenthine.

On peut se poser à cet égard quatre questions principales :

1° L'essence s'oxyde pour son propre compte et, en même temps qu'elle s'empare d'une portion de l'oxygène, elle en modifie une autre portion et lui communique les propriétés de l'ozone. C'est ce qui arrive, par exemple, avec le phosphore. — Ce serait cet oxygène demeuré libre, mais modifié, qui oxyderait l'indigo. Mais l'oxygène uni à l'essence n'interviendrait pas dans le phénomène.

2° L'essence qui s'oxyde et l'oxygène auquel elle s'unit, avant de former une union définitive, contractent une première combinaison définie, mais peu stable et transitoire. L'oxygène ainsi combiné peut se porter sur certains autres corps et les oxyder avec plus d'énergie que ne pourrait le faire l'oxygène libre. Dans cette explication le rôle de l'essence vis-à-vis de l'indigo serait le même que celui du bioxyde d'azote en présence de l'air vis-à-vis de l'acide sulfureux dont il détermine la transformation en acide sulfurique.

3° L'essence peut condenser l'oxygène d'une façon spéciale intermédiaire entre la dissolution et la combinaison, ce dont les globules du sang offrent un exemple incontestable. Cet oxygène peut redevenir libre par l'emploi des méthodes qui dégagent les gaz de leurs dissolutions. Il peut aussi exercer sur certains corps une action plus énergique que l'oxygène libre ; on admet même cette activité propre dans l'oxygène des globules du sang, mais sans preuves suffisantes.

4° L'essence qui s'oxyde peut, au même moment, et par une sorte d'entraînement, déterminer l'oxydation d'un autre principe sans que l'oxygène libre soit modifié préalablement et sans qu'il s'engage d'abord dans une combinaison peu stable, ou dans une dissolution, intermédiaires obligés de son action. C'est ainsi que le chlore sec, incapable d'agir directement sur l'acide sulfureux sec, s'y combine cependant si l'on ajoute au mélange du gaz oléfiant avec lequel le chlore peut s'unir directement.

Les divers effets qui viennent d'être énumérés pourraient exister séparément ou se trouver réunis dans l'action oxydante exercée par l'essence de térébenthine.

Pour discuter ces divers problèmes, je me suis livré à un

grand nombre d'expériences dont je vais rapporter les plus décisives.

Dans une première série d'épreuves, j'ai opéré les oxydations avec le contact de l'air : les résultats de cette série ont été rapportés plus haut. Plusieurs effets distincts s'y trouvent confondus, à savoir l'oxydation qui peut être produite par l'oxygène réellement condensé dans l'essence, qu'il y soit dissous ou combiné ; et celle qui peut résulter de celle de l'oxygène de l'air modifié au contact ou bien entraîné, ou bien enfin contractant avec l'essence une dissolution ou une combinaison transitoire.

Voici comment j'ai cherché à démêler ces divers effets :

J'ai déterminé d'abord le pouvoir oxydant de l'essence elle-même, indépendamment de toute action de l'oxygène de l'air. J'ai employé dans ce but l'indigo et le pyrogallate de potasse.

Indigo. On prend un volume connu d'essence, 5^{cc} par exemple, on l'introduit dans un matras dont le col étranglé sur un point se termine par une sorte d'entonnoir ; on introduit dans le matras de l'eau distillée récemment bouillie ; on fait arriver au fond du matras, sous la couche d'eau, à l'aide d'un tube effilé, 1^{cc} d'une solution titrée d'indigo ; on achève de remplir presque entièrement le matras avec de l'eau bouillie, en évitant avec soin de mélanger les liquides qu'il renferme ; on place le matras, sans l'agiter, dans un bain-marie dont on élève graduellement la température jusqu'à 100° ; on l'y maintient pendant quelques minutes. Les liquides intérieurs se dilatent sans se mélanger sensiblement. Quand l'équilibre de température est suffisamment établi, on introduit dans le matras encore un peu d'eau bouillie, de façon à amener le liquide jusque dans la partie étranglée ; on fond aussitôt celle-ci au chalumeau, un peu au-dessus de la surface du liquide. On obtient ainsi un vase clos, renfermant de l'essence, de l'eau, de l'indigo, et privé d'air, si l'on excepte le volume insignifiant contenu dans l'effilure. D'ailleurs ce vase est complétement rempli à 100°, et non à la température ordinaire, ce qui prévient tout risque de rupture due à la dilatation du liquide intérieur, dans les expériences subséquentes. Enfin les précautions prises préviennent complétement ou à peu près toute

réaction préalable de l'essence et de l'indigo, réaction dans laquelle on pourrait suspecter l'intervention de l'air.

Dans tous les cas, on dispose simultanément quatre ou cinq de ces matras contenant l'un : 1^{cc} de solution d'indigo titré, l'autre 4^{cc}, l'autre 8^{cc}, l'autre 12^{cc}, le dernier 16^{cc}, etc. Après avoir scellé les matras, on les chauffe à 100° et on les agite vivement. Au bout d'un certain temps la décoloration est complète dans plusieurs matras ; elle est incomplète dans les autres. On prolonge pendant plusieurs heures, et on réitère l'épreuve le lendemain, de façon à acquérir la certitude que les derniers ne se décoloreront point par un contact ultérieur, quelque prolongé qu'il soit. — On obtient ainsi deux limites entre lesquelles se trouve compris le pouvoir oxydant de l'essence ; par exemple, il est compris entre 8^{cc} et 12^{cc} d'indigo titré. Une nouvelle série, semblable à la première, mais dans laquelle on opère seulement sur 9^{cc}, 10^{cc}, 11^{cc}, 12^{cc} d'indigo titré, permet d'assigner la limite à 1^{cc} près ; et on peut pousser plus loin encore l'approximation.

On a reconnu que l'échantillon employé dans la plupart des expériences précédentes pouvait céder à l'indigo un volume d'oxygène précisément égal à la moitié du volume de l'essence active. Cette proportion varie avec les échantillons, comme on pouvait s'y attendre.

En même temps que les essais précédents, on a fait une série d'expériences semblables exécutées à froid, avec des matras remplis avec les mêmes précautions, mais à la température ordinaire et sans les porter jamais à 100°. Cette série conduit exactement au même résultat que la série précédente.

Pyrogallate de potasse. Une autre série d'expériences destinées à mesurer les propriétés oxydantes de l'essence a été faite avec le pyrogallate de potasse. Trois procédés ont été ici employés :

1° On introduit sur le mercure dans une éprouvette graduée un vol. déterminé d'une solution concentrée d'acide pyrogallique, un fragment de potasse, puis un volume mesuré d'essence. On agite le tout pendant quelques minutes ; le pyrogallate de potasse noircit aussitôt et s'empare de l'oxygène actif contenu dans l'essence.

Cela fait, on introduit dans l'éprouvette un volume connu d'oxygène et on détermine la proportion de cet oxygène qui se trouve absorbée, en agitant pendant un quart d'heure.

On s'arrange à l'avance de façon à opérer sur un volume d'acide pyrogallique tel que la proportion non oxydée par l'essence soit faible, quoique très appréciable.

L'oxygène ainsi absorbé en dernier lieu se compose de deux parties : une portion principale qui se combine au pyrogallate de potasse et une autre partie qui se dissout dans l'essence.

Une épreuve semblable opérée sans essence fait connaître la proportion totale d'oxygène absorbable par le volume employé d'acide pyrogallique. Cette proportion est difficile à mesurer avec la dernière précision parce que l'absorption de l'oxygène par les dernières portions d'acide pyrogallique est très lente; cependant l'incertitude est comprise entre des limites assez resserrées.

Enfin dans une autre épreuve, on introduit sur le mercure un volume d'essence désoxydée par l'acide pyrogallique et on détermine combien d'oxygène elle absorbe dans le même espace de temps et dans les mêmes conditions que la première épreuve.

On établira plus loin que la proportion d'oxygène absorbée dans ces dernières conditions est simplement dissoute et peut être redégagée en opérant convenablement. C'est une fraction minime de la quantité précédente. Cela fait, on connaît trois choses :

a. Le volume d'oxygène absorbable par l'acide pyrogallique employé;

b. Le volume absorbable dans les conditions de l'expérience par l'essence désoxydée;

c. Le volume absorbable par l'acide pyrogallique et par l'essence réunis, après que le pyrogallate de potasse a désoxydé l'essence.

Si l'on retranche ce dernier volume de la somme des deux précédents, la différence représentera le volume d'oxygène cédé par l'essence au pyrogallate de potasse; sans être connu avec une extrême précision, comme on peut l'inférer des détails ci-dessus, cependant ce volume est déterminé avec une approximation suffisante, et il a été trouvé sensiblement égal

au volume d'oxygène cédé par la même essence à la solution d'indigo, c'est-à-dire à la moitié du volume de l'essence employée.

Dans l'épreuve, telle qu'elle vient d'être décrite, le mercure se trouve en contact avec l'essence durant sa réaction sur le pyrogallate de potasse. Comme ce métal aurait pu prendre une portion d'oxygène pour son propre compte, j'ai jugé nécessaire de faire d'autres expériences dans des conditions différentes.

2° Dans l'une, j'ai opéré comme avec l'indigo, c'est-à-dire, j'ai introduit dans un matras la solution pyrogallique contenue dans un petit récipient; j'ai placé la potasse à côté; j'ai rempli le matras avec de l'eau bouillie, j'ai ajouté l'essence, etc., enfin j'ai scellé le matras; j'ai opéré à 100°. J'ai agité pour mêler les produits, et quand la réaction a été terminée, j'ai ouvert le matras sur le mercure et déterminé la proportion d'oxygène libre que les liquides qu'il renfermait étaient susceptibles d'absorber. D'où j'ai déduit comme ci-dessus l'oxygène cédé par l'essence au pyrogallate de potasse.

3° J'ai fait la même expérience à froid. Les résultats des expériences 2° et 3° se sont accordés avec ceux de l'expérience 1° et avec ceux des expériences faites avec l'indigo.

Cet accord de tous les résultats est fort précieux dans des phénomènes aussi particuliers et aussi délicats. Il est nécessaire de l'obtenir pour être autorisé à tirer quelque conclusion générale relativement à l'état de l'oxygène condensé dans l'essence.

Après avoir déterminé par les expériences précédentes la proportion d'oxygène apte à agir sur l'indigo, que renferme l'essence de térébenthine, je me suis demandé si cet oxygène y est simplement dissous comme dans l'eau, s'il s'y trouve dans un état intermédiaire entre la dissolution et la combinaison, comme dans les globules du sang, ou bien s'il y est contenu dans une combinaison réelle, mais peu stable, tel par exemple que l'oxygène combiné au bioxyde d'azote dans l'acide hypoazotique.

Voici les expériences que j'ai faites pour discuter ces questions. J'ai d'abord tâché de dégager l'oxygène de l'essence, soit par la chaleur, soit en le déplaçant à l'aide d'un autre gaz.

1° J'ai pris un certain volume d'essence oxydante, j'en ai

rempli entièrement un ballon, puis j'ai porté l'essence à l'ébullition et recueilli sur le mercure les gaz dégagés.

100^{cc} d'essence ont aussi fourni 13^{cc} environ d'azote pur sensiblement exempt d'oxygène et d'acide carbonique. D'où il semblerait résulter que l'essence examinée ne renfermait pas d'oxygène simplement dissous; mais cette conclusion pourrait être révoquée en doute, car l'essence, après avoir éprouvé l'ébullition (160°), avait perdu ses propriétés oxydantes. Il serait donc possible que sous l'influence de la chaleur l'oxygène simplement dissous fût entré en combinaison définitive. A la vérité l'essence chauffée seulement jusqu'à 100° conserve son activité ; mais en la maintenant à cette température je n'ai réussi à en dégager aucun gaz en proportion sensible.

2° Reste la méthode de déplacement des gaz dissous dans l'essence par un autre gaz. J'ai pris 20^{cc} d'essence, je les ai introduits dans une éprouvette sur le mercure et je les ai agités avec 20^{cc} d'acide carbonique pur, puis j'ai enlevé le gaz avec une pipette Doyère et je l'ai remplacé par 20^{cc} nouveaux d'acide carbonique. J'ai encore agité, puis enlevé les gaz. Les premiers gaz enlevés ont été traités par la potasse pour absorber l'excès d'acide carbonique ; après ce traitement, il est resté

1^{cc},6 de gaz, 1^{cc},6

Le pyrogallate de potasse a réduit le volume à 1^{cc},5

Les derniers gaz enlevés, après l'action de la potasse, ont laissé seulement 0^{cc},2

d'azote, exempt d'oxygène.

En résumé les 20^{cc} d'essence ont dégagé 1^{cc},7 d'azote et 0^{cc},1 d'oxygène dans les conditions décrites ci-dessus. Or, ces 20^{cc} d'essence pouvaient céder à l'indigo et au pyrogallate de potasse 10^{cc} d'oxygène, c'est-à-dire 100 fois autant. On voit que cet oxygène n'est point susceptible d'être déplacé par l'acide carbonique.

Ce caractère l'éloigne de l'oxygène condensé dans les globules du sang, car cet oxygène peut être déplacé par d'autres gaz. Ce n'est pas tout : d'après les expériences de M. Cl. Bernard, l'oxygène des globules peut être, en vertu d'une action spéciale, entièrement dégagé sous l'influence de l'oxyde de carbone, même employé en petite quantité; j'ai essayé l'action

de ce gaz vis-à-vis de l'essence de térébenthine, mais il n'en a point dégagé plus d'oxygène que l'acide carbonique.

C'est une nouvelle différence entre l'oxygène des globules du sang et l'oxygène uni à l'essence de térébenthine.

3° Avant d'admettre définitivement une telle différence entre l'oxygène des globules et celui de l'essence de térébenthine, j'ai cru nécessaire de faire une contre-épreuve et de m'assurer si l'essence peut dissoudre l'oxygène dans des conditions telles qu'elle puisse le dégager ensuite sous la seule influence du déplacement par l'acide carbonique. A cet effet j'ai pris 20^{cc} d'essence douée des propriétés oxydantes, et je les ai agités sur le mercure avec 20^{cc} d'oxygène ; j'ai enlevé l'excès de ce gaz avec une pipette Doyère, j'ai introduit 20 nouveaux centimètres cubes d'oxygène et agité, puis sans attendre davantage, j'ai transvasé l'essence avec une pipette Doyère et je l'ai agitée à trois reprises successives avec son volume d'acide carbonique, et j'ai fait l'analyse des gaz dégagés. Le premier gaz renfermait $2^{cc},8$ d'oxygène ; le deuxième $0^{cc},9$ le troisième $0^{cc},1$

En tout $3^{cc},8$

J'ai fait encore l'expérience suivante. J'ai agité l'essence à plusieurs reprises avec un grand volume d'acide carbonique, afin d'éliminer les gaz qu'elle contenait. Elle a dissous à la place une proportion considérable d'acide carbonique ; puis je l'ai agitée avec de la potasse pour éliminer l'acide carbonique ; l'essence s'est ainsi trouvée purgée de tout gaz dissous. Alors je l'ai enlevée avec une pipette Doyère et je l'ai agitée avec de l'oxygène ; dans l'espace de quelques minutes elle en a absorbé 19 centièmes environ de son propre volume, ce qui s'accorde sensiblement avec le résultat précédent. Seulement il est nécessaire de ne point prolonger pendant plusieurs heures, ni surtout pendant plusieurs jours le contact de l'essence et de l'oxygène, parce que ce gaz finirait par entrer en combinaison chimique véritable, et s'absorberait d'une manière graduelle et continue pendant un temps fort long et en proportion consi-

dérable ; la portion ainsi combinée ne pourrait plus évidemment être déplacée de nouveau.

On remarquera le procédé employé ci-dessus comme propre en général à purger un liquide des gaz qu'il peut renfermer en dissolution sans recourir à l'ébullition. Il suffit de déplacer ces gaz par l'acide carbonique employé d'une manière réitérée, puis d'agiter le liquide avec la potasse qui enlève cet acide. On voit que la seule condition ici nécessaire c'est l'insolubilité dans le liquide de l'agent destiné à éliminer le gaz qu'il renferme en solution.

Les faits que je viens d'exposer prouvent que l'essence peut dissoudre l'oxygène sans s'y combiner immédiatement et sans perdre aussitôt la propriété de le dégager par voie de déplacement.

L'oxygène ainsi simplement dissous est distinct de l'oxygène doué des propriétés oxydantes vis-à-vis de l'indigo, car on a vu plus haut que, dans l'essence examinée, son volume n'était guère que la $\frac{1}{100}$ partie de l'oxygène actif.

Ce dernier est d'ailleurs très supérieur au volume de l'oxygène simplement soluble ; car l'oxygène soluble n'atteint pas le $\frac{1}{5}$ du volume de l'essence ; tandis que l'oxygène actif peut s'élever à la $\frac{1}{2}$. Enfin l'oxygène actif se trouve dans l'essence avec des propriétés fort différentes de celles qu'il possède dans les globules du sang, car ce dernier est déplaçable par un autre gaz et l'oxygène actif de l'essence ne l'est point. L'oxygène actif contenu dans l'essence s'y trouve sans doute contenu dans une combinaison peu stable. Cette combinaison n'a pu être isolée de façon à acquérir une certitude complète relativement à son existence isolée. Mais on peut s'en former une idée par voie de comparaison. Le composé dont on peut à plus juste titre rapprocher cette combinaison serait l'acide hypoazotique formé par l'union de l'oxygène et du bioxyde d'azote et apte à oxyder un grand nombre de corps que l'oxygène libre ne pourrait oxyder.

On remarquera que l'essence peut contenir de l'oxygène sous trois formes :

1° De l'oxygène simplement dissous et déplaçable par un autre gaz ;

2° De l'oxygène engagé dans une combinaison peu stable et apte à se porter sur certaines matières suroxydables, telles que l'indigo et le pyrogallate de potasse ;

3° De l'oxygène définitivement combiné sous forme de composés résineux privés de la propriété d'agir sur l'indigo.

Ces faits jettent beaucoup de lumière sur l'action oxydante exercée par l'essence non-seulement à l'état isolé, mais aussi avec le contact de l'air.

En effet, l'action oxydante exercée dans ce dernier cas ne peut guère être envisagée comme un phénomène d'entraînement pur et simple provoqué par l'oxydation simultanée de l'essence, car l'expérience prouve que l'essence oxydée jouit précisément des propriétés oxydantes voulues, ce qui autorise à la regarder comme l'intermédiaire nécessaire de l'oxydation. Cette conjecture fort vraisemblable explique tous les phénomènes sans autre hypothèse. Elle écarte également l'opinion d'après laquelle l'oxygène en agissant sur l'essence acquerrait les propriétés de l'ozone. C'est là une hypothèse qu'aucun fait connu jusqu'ici ne vient appuyer et qui n'est encore nécessaire à l'explication d'aucun phénomène. Mais le fait le plus saillant, celui d'un composé organique oxydable doué de propriétés oxydantes vis-à-vis d'autres composés organiques et apte à leur transmettre l'oxygène de l'air qu'ils n'absorberaient point directement n'en subsiste pas moins, avec des caractères nouveaux propres à le préciser et à lui assigner sa physionomie véritable. »

Séance du 22 *octobre* 1859.

Chimie. — Dans cette séance, qui a été la première après deux mois de vacances, la Société a entendu la communication suivante de M. Berthelot sur le protosulfure de carbone.

« Il y a deux ans, M. E. Baudrimont annonça avoir découvert un nouveau gaz qui aurait échappé jusqu'ici aux recherches des chimistes, le protosulfure de carbone.

En répétant les expériences de cet auteur, je n'ai point réussi à reproduire les mêmes résultats; mais, à la place du gaz nouveau, j'ai obtenu seulement des mélanges variables de gaz déjà connus, tels que l'oxyde de carbone, l'hydrogène, l'air des

appareils, etc., le tout chargé de vapeur de sulfure de carbone qui communique à ces mélanges des apparences toutes particulières.

Parmi les expériences que j'ai faites sur cette question, je citerai seulement les suivantes; elles ont été exécutées sur un produit préparé par le procédé que M. Baudrimont avait désigné comme le plus favorable.

1re *expérience*. Dans un tube de porcelaine rempli de pierre ponce et chauffé au rouge, j'ai fait passer lentement la vapeur du sulfure de carbone et j'ai recueilli les gaz sur le mercure. Durant cette opération l'air dilaté des appareils se dégage d'abord, puis viennent des gaz particuliers. Ils sont accompagnés par une proportion considérable de sulfure de carbone non décomposé.

J'ai fait l'analyse des gaz recueillis en dernier lieu et j'ai trouvé que ces gaz étaient formés par de l'oxyde de carbone pur, saturé de vapeur de sulfure de carbone. Leur composition a été déterminée conformément aux méthodes générales que j'ai données pour l'analyse des gaz carbonés.

On isole un certain volume de gaz examiné, en se servant de la pipette Doyère; on l'introduit dans un tube gradué, on le mesure et on y fait passer un petit fragment de potasse, une goutte d'eau, ce qui ne produit dans le cas présent aucune diminution de volume sensible (1), puis quelques gouttes d'alcool; la vapeur du sulfure de carbone est alors absorbée immédiatement et complétement.

On transvase le résidu gazeux, on le lave avec un peu d'eau pour enlever les vapeurs d'alcool et on le mesure. La diminution de volume qu'il a éprouvée répond à la vapeur du sulfure de carbone.

Le résidu gazeux est brûlé dans l'eudiomètre ; il fournit son volume d'acide carbonique en absorbant la moitié de son volume d'oxygène, nombres qui répondent à l'oxyde de carbone.

(1) Ceci prouve que le gaz analysé ne renfermait ni acide carbonique, ni acide sulfureux. Il en serait autrement si l'on opérait sur les premières parties recueillies, lesquelles ont éprouvé l'action de l'oxygène de l'air des appareils.

Voici les résultats numériques :

(1) 108 volumes du gaz primitif, traités par la potasse humectée d'alcool, se sont réduits à
63,5 volumes.

(2) 21 volumes du gaz privé de vapeur de sulfure de carbone ont été mélangés dans l'eudiomètre avec
55 volumes d'oxygène ; ce qui fait en tout
76 volumes. On a fait passer l'étincelle électrique dans ce mélange, et le tout s'est réduit à
65 volumes. On a introduit dans le tube un fragment de potasse humectée pour absorber l'acide carbonique, ce qui a réduit le gaz à
44 volumes. Enfin l'on a ajouté une solution concentrée d'acide pyrogallique pour absorber l'oxygène excédant et déterminer, s'il y avait lieu, le volume de l'azote.

Celui-ci a été trouvé sensiblement nul. D'où l'on conclut que le volume du gaz, privé de vapeur de sulfure de carbone, s'élevant à 21

Il a fourni un volume d'acide carbonique égal à 65 — 44 = 21.

Et la diminution totale, somme du gaz brûlé et de l'oxygène employé à le brûler, était égale à 76 — 44 = 32.

Enfin le gaz était entièrement combustible, puisqu'il n'a point laissé de résidu d'azote.

Ces nombres répondent à l'oxyde de carbone, car un volume de ce gaz égal à 21
produit un volume d'acide carbonique égal à 21
et une diminution totale égale à 32,5.

Ils sont d'autant plus décisifs que l'oxyde de carbone est, avec l'hydrogène, celui de tous les gaz combustibles qui absorbe le moins d'oxygène et qui donne lieu à la plus petite diminution totale. Un gaz CS exigerait 2 volumes d'oxygène et produirait une diminution totale égale à 3 volumes.

En résumé, d'après les résultats ci-dessus, 100 volumes du gaz analysé renferment :

Vapeur de sulfure de carbone	41	100
Oxyde de carbone	59	

Dans l'analyse qui précède, on a admis que la portion du gaz absorbable par la potasse humectée d'alcool est de la vapeur de sulfure de carbone. Cette opinion est conforme aux propriétés connues de cette vapeur et à sa présence nécessaire dans le gaz analysé ; car ce gaz se dégage en présence d'un excès de sulfure de carbone liquide non décomposé, et il en est inévitablement saturé.

Toutefois on a cru utile d'appuyer cette opinion par des épreuves numériques. Ces épreuves ont porté sur trois points, à savoir :

1° Sur la saturation normale des gaz analysés par la vapeur du sulfure de carbone, dans les conditions des expériences ;

2° Sur l'analyse eudiométrique du gaz primitif, avant qu'il ait subi aucune espèce de traitement ;

3° Sur l'action que le protochlorure de cuivre exerce vis-à-vis du gaz primitif.

1° On isole un certain volume du gaz primitif, on le traite par la potasse humectée d'alcool. Dans le résidu lavé à l'eau et mesuré, on introduit une goutte de sulfure de carbone. Ce volume augmente aussitôt, et il redevient sensiblement égal, dans les mêmes conditions, au volume du gaz primitif avant qu'il ait subi aucun traitement.

En effet, un volume du gaz primitif égal à	74
traité par la potasse et l'alcool s'est réduit à	44
L'addition du sulfure de carbone l'a reporté à	73,5

Cette expérience est décisive, car elle montre que le gaz primitif renferme une proportion de vapeur de sulfure de carbone égale à celle qui peut le saturer dans les mêmes conditions. Or, le gaz primitif en est nécessairement saturé, d'après les circonstances mêmes de sa préparation. Donc la portion absorbable par la potasse humectée d'alcool représente uniquement la vapeur du sulfure de carbone.

2° On arrive au même résultat par une autre méthode fondée sur les analyses eudiométriques comparées du gaz primitif et

du même gaz privé de la portion absorbable par la potasse et l'alcool.

En effet, si l'on retranche les résultats de la seconde analyse de ceux de la première, on connaît immédiatement la proportion d'oxygène nécessaire pour brûler la portion absorbable par la potasse alcoolique. Or cette proportion correspond exactement au sulfure de carbone. Voici les nombres :

Un volume du gaz primitif égal à 67
a exigé pour brûler un volume d'oxygène égal à 101.

Ces 67 volumes se composent de 2 parties, à savoir, d'une portion absorbable par la potasse et l'alcool, laquelle s'élève à 27,5
et d'une autre portion formée par l'oxyde de carbone pur, laquelle s'élève à 39,5.

Ce volume d'oxyde de carbone s'unit à un volume d'oxygène égal à 19,5

Donc la portion absorbable par la potasse et l'alcool a exigé pour brûler un volume d'oxygène égal à 101 — 19,5 = 81,5

Or, le tiers de ce dernier volume est égal à 27,2

c'est-à-dire sensiblement égal au volume 27,5 de la portion dont il opère la combustion.

C'est précisément le résultat que doit fournir la combustion de la vapeur du sulfure de carbone

Au lieu d'employer les résultats de cette analyse pour établir la composition de la portion gazeuse absorbable par la potasse alcoolique, on peut au contraire s'en servir pour démontrer que ce réactif ne change point la nature du gaz qu'il n'absorbe point.

En effet, la présence de la vapeur du sulfure de carbone étant admise comme un fait nécessaire et sa proportion étant déterminée par les premiers essais, on peut dès lors regarder comme connu le volume d'oxygène employé dans sa combustion et par suite le volume d'oxygène nécessaire pour brûler le gaz inconnu qui est mélangé avec cette vapeur.

Appliquons ce calcul aux nombres de l'analyse ci-dessus :

Un volume de vapeur de sulfure de carbone égal à 27,5
exige pour brûler 82,5
d'oxygène. Donc le gaz inconnu dont le volume = 39,5
de son côté, exige pour brûler 18,5
d'oxygène, c'est-à-dire sensiblement la moitié de son propre volume.

Ce nombre répond à l'oxyde de carbone et il exclut formellement un protosulfure, C S, lequel exigerait pour brûler deux fois son volume d'oxygène, c'est-à-dire une portion *quadruple* de celle que l'expérience indique.

Un tel résultat est d'autant plus concluant qu'il est fondé uniquement sur l'analyse du gaz primitif, brûlé avant qu'il ait subi l'action d'aucun réactif, et il s'accorde avec tous les autres pour prouver que la potasse humectée d'alcool ne change en rien la nature du gaz qu'elle n'absorbe point.

3° Une troisième épreuve peut être tirée de l'action du protochlorure de cuivre. D'après M. Baudrimont, ce réactif serait sans action sur le protosulfure de carbone. Au contraire, si la composition du gaz est celle qui a été signalée plus haut, ce réactif doit absorber complétement l'oxyde de carbone pur et annuler par suite la vapeur du sulfure de carbone dont il est saturé. C'est, en effet, ce que l'expérience a vérifié. Le gaz primitif traité par le protochlorure de cuivre en solution acide disparaît en totalité ou sensiblement. Ce résultat n'aurait évidemment pas pu être obtenu si le gaz avait été mélangé d'azote ou d'hydrogène.

Je ferai remarquer à ce sujet que, pour purifier un gaz mélangé d'oxyde de carbone, il ne suffit point de faire passer rapidement le mélange à travers une dissolution de protochlorure de cuivre; on ne retient ainsi qu'une faible proportion d'oxyde de carbone. En effet, celui-ci n'est absorbé en totalité que si on l'agite pendant quelque temps dans une éprouvette avec le réactif, il l'est d'autant plus lentement qu'il est mélangé avec une plus forte proportion de gaz étrangers.

Après avoir établi la nature du gaz dégagé dans l'expérience précédente, il reste à en expliquer la formation. En effet, il peut sembler étrange que le sulfure de carbone chauffé au rouge fournisse de l'oxyde de carbone. Mais il est facile de

reconnaître que ce gaz provient de la réaction du sulfure de carbone sur les éléments de la pierre ponce et du tube de porcelaine employés dans l'expérience, c'est-à-dire sur les alcalis, sur les oxydes terreux, sur l'alumine et sur la silice.

Pour en établir l'origine, j'ai pris les précautions suivantes :

1° J'ai réduit la capacité intérieure des appareils aux plus faibles dimensions, afin d'éliminer autant que possible l'influence perturbatrice de l'air des appareils. Avec les appareils employés, cette capacité s'élevait seulement à 55 centimètres cubes, dont 5 occupés par le sulfure de carbone liquide.

2° Avant de faire passer la vapeur du sulfure j'ai dirigé dans le tube de porcelaine chauffé au rouge un courant d'air sec, afin de me mettre à l'abri de la présence de l'humidité.

3° J'ai recueilli la totalité des gaz dégagés ; leur volume s'élevait à 280^{cc}, c'est-à-dire à 5 fois environ la capacité intérieure des appareils.

La formation de ces gaz est accompagnée par celle d'une faible proportion de soufre libre.

4° A la fin de l'expérience, et après refroidissement du tube, j'en ai extrait la pierre ponce : elle était devenue brune ; projetée dans l'eau, elle produit une vive effervescence d'hydrogène sulfuré. Une addition d'acide chlorhydrique a donné lieu à un nouveau dégagement d'hydrogène sulfuré et l'eau est demeurée laiteuse, comme il arrive dans la décomposition d'un polysulfure.

Ces faits prouvent que les éléments de la pierre ponce ont concouru à former des sulfures décomposables par l'eau, tels que les sulfures d'aluminium et de silicium, et des sulfures décomposables par les acides, tels que les sulfures alcalins et terreux. Une portion de ces corps semble être à l'état de polysulfure.

La formation de tous ces composés et celle du soufre libre est corrélative de celle de l'oxyde de carbone.

Elle s'accorde d'ailleurs avec les conditions connues de leur préparation ; car on sait, d'après les expériences de M. Fremy, que celle-ci peut s'effectuer précisément en faisant réagir le sulfure de carbone sur la silice, sur l'alumine, aussi bien que sur les oxydes alcalins ou terreux.

2e *expérience*. J'ai répété l'expérience précédente en opérant de la même manière, à cela près que j'ai remplacé la pierre ponce par la mousse de platine.

Le volume gazeux obtenu a été beaucoup plus faible et trouvé égal à 100cc seulement, ce qui s'explique par la suppression de la pierre ponce, substance plus facilement attaquable que la matière du tube de porcelaine. Le volume du gaz recueilli est à peine supérieur au volume de l'air de l'appareil (55cc) augmenté de la vapeur du sulfure de carbone. C'était un mélange d'azote et d'oxygène, provenant des appareils, avec une proportion sensible d'acide carbonique et d'oxyde de carbone, provenant de la réaction du sulfure de carbone sur les parois intérieures du tube de porcelaine. Le tout était saturé de vapeur de sulfure de carbone.

L'analyse de ce nouveau gaz a été effectuée par les mêmes procédés que dans la 1re expérience et elle a conduit précisément à la même conclusion.

Séance du 12 novembre 1859.

Paléontologie. — M. Delesse a présenté dans cette séance, de la part de sir Charles Lyell, le travail suivant, intitulé : *De l'apparition de l'Homme sur la terre.*

« Aucun sujet n'a plus vivement excité dans ces derniers temps la curiosité et l'attention générale des géologues et du public que la question de l'antiquité de la race humaine. Avons-nous, oui ou non, des preuves suffisantes pour admettre que des débris humains aient été, dès l'origine, mêlés à ceux de certains Mammifères éteints, dans les cavernes à ossements ou dans ces dépôts superficiels communément nommés *drift* ou *diluvium ?*

» Depuis un quart de siècle, la rencontre fortuite en différents points de l'Europe d os d'Hommes ou d'ouvrages de ses mains, associés dans les brèches et les stalactites des cavernes à des restes d'Hyènes, d'Ours, d'Éléphants ou de Rhinocéros, appartenant à des espèces toutes disparues aujourd'hui, ont donné lieu de penser que la date de l'apparition de l'Homme devait être reportée à une époque beaucoup plus reculée qu'on ne l'avait cru jusqu'ici. D'autre part, une extrême défiance

s'empara naturellement des esprits sérieux, et l'on n'admit guère la validité des preuves que l'on mettait en avant. Toutes ces cavernes avaient bien pu être habitées à différentes époques; l'Homme y avait trouvé non-seulement une demeure, mais même un lieu de sépulture favorable; d'autres excavations avaient servi de chenal aux eaux débordées de certaines rivières, en sorte que les restes des êtres vivants qui avaient peuplé la contrée à différents âges, avaient pu se trouver ensuite mélangés par le courant et confondus dans le même dépôt. Il est vrai que les faits dernièrement mis en lumière pendant l'exploration systématique de la caverne de Brixham, tels que les rapporte M. Falconner, doivent, je pense, préparer à un doute motivé, au moins en ce qui regarde cette caverne; mais il n'en est pas moins constant que l'évidence de l'antiquité de l'Homme reste parfaitement acquise, la déduction légitime de tous ces faits bien observés nous conduisant naturellement à cette hypothèse : que de grands changements doivent avoir modifié le niveau relatif de l'inclinaison des vallées et même, toute la géographie physique des régions où sont situées ces cavernes; or, ces changements à eux seuls impliquent une antiquité reculée à cause de la présence de fossiles humains et semblent démontrer que l'Homme a été au moins le contemporain du Mammouth de Sibérie.

» Mais dans le cours de ces quinze dernières années, une autre série de preuves a surgi en France en faveur de l'antiquité de l'Homme. J'en ai moi-même examiné deux pendant cette saison, et c'est sur elles que je vais maintenant appeler quelques instants l'attention.

» D'abord, dès l'année 1844, M. Aymard, paléontologiste distingué, annonça la découverte, dans les régions volcaniques de la France centrale, des débris de deux squelettes humains (crâne, dents, os) enfouis dans une brèche volcanique et trouvés sur le mont Denise, près du Puy-en-Velay, brèche antérieure en date à l'une des dernières éruptions de ce volcan éteint. Sur le versant opposé de la même montagne, on avait également rencontré dans des couches de tuf les restes d'un grand nombre de Mammifères, la plupart appartenant à des espèces

éteintes et qu'on croyait avec raison, selon moi, être de même âge. L'authenticité de ces fossiles humains fut, dès l'origine, contestée par quelques géologues, mais admise par la majorité de ceux qui visitèrent le Puy et qui virent de leurs propres yeux les pièces originales maintenant déposées dans le musée de la ville. En outre, M. Pictet, si avantageusement connu par son excellent ouvrage de paléontologie, proclama, après une visite sur les lieux, son entière adhésion à l'opinion déjà émise par M. Aymard. Mon ami M. P. Scrope, dans la deuxième édition de ses Volcans de la France centrale, a également adopté les mêmes conclusions; mais je dois dire qu'après m'avoir accompagné cette année au Puy, il a cru devoir modifier ses vues. Voici, en effet, le résultat de notre examen commun, qui, si je ne me trompe, coïncide essentiellement avec celui auquel sont arrivés deux autres savants, MM. Hébert et Lartet, qui sont aussi allés cette année même étudier ce gisement.

» Nous ne sommes nullement disposés à soutenir que le spécimen existant dans le muséum du Puy (lequel ne fut malheureusement jamais vu en place par aucun observateur adonné aux sciences) soit fabriqué. Au contraire, nous inclinons à penser que ces débris fossiles, ainsi que d'autres échantillons provenant du même gisement, furent enfermés dans la gangue dans laquelle on les trouve par l'effet de causes toutes naturelles. Mais la roche dans laquelle on les a rencontrés se compose de deux parties : l'une est compacte et en général finement lamelleuse, on n'y a jamais vu d'os humains ; l'autre partie où sont les fossiles est une pierre légère bien plus poreuse, non lamellée et que nous n'avons pu rapporter à aucune roche semblable sur le mont Denise, quoique nous ayons fait pratiquer, M. Hébert et moi, plusieurs excavations dans le prétendu gîte des fossiles. Aussi M. Hébert m'a-t-il fait remarquer avec raison que cette pierre bien plus poreuse, qui se rattache par sa couleur et par sa composition minérale sinon par sa structure à différentes roches de vieilles brèches du mont Denise, pourrait bien avoir pour origine ces roches mêmes broyées, détachées, puis déposées de nouveau, ou, comme disent les Français, remaniées, ce qui leur assignerait une date bien plus récente

» C'est là une hypothèse qui mérite bien considération, aussi je pense que nous sommes pour le présent si ignorants des circonstances précises et de la place réelle dans lesquelles ces débris célèbres furent trouvés, que le mieux est de ne pas m'attacher ici à discuter leur mode probable de dépôt, mais de déclarer simplement qu'à mon avis, ils ne démontrent pas d'une façon absolue que l'Homme ait été témoin des dernières éruptions de la France centrale. Le crâne, au jugement des anatomistes les plus compétents qui l'ont vu jusqu'ici, ne paraît pas différer sensiblement des Européens modernes ou du type caucasique ; les os sont dans un état moins avancé de pétrification que ceux de l'*Elephas meridionalis* et des autres Quadrupèdes trouvés dans différentes brèches du mont Denise, et qu'on peut rapporter au moinso à l'âge des dernières éruptions volcaniques du pays.

» Mais si je n'ai pu trouver dans les fossiles du Puy pleine évidence en faveur de l'antique origine qu'on prétend leur assigner, je suis tout prêt à confirmer les idées qu'à récemment exposées devant la Société royale de Londres M. Prestwich, au sujet de haches ou d'instruments en silex, qui sont mêlés à des cailloux non remaniés dans le nord de la France, et avec des os d'Éléphants à Abbeville et à Amiens. C'est en 1849 qu'ils furent pour la première fois signalés à Abbeville, avec l'indication précise de leur position géologique, par M. Boucher de Perthes, dans ses « Antiquités celtiques. » Ceux d'Amiens n'ont été décrits que plus tard, en 1855, par feu le Dr Rigollot. Pour la relation précise des faits, je ne puis que renvoyer au mémoire de M. Prestwich. J'ajouterai seulement que j'ai pu moi-même me procurer un grand nombre de ces instruments en silex dans une courte visite que j'ai faite à Amiens et à Abbeville. Deux de ces cailloux taillés ont même été trouvés pendant mon séjour, dans les carrières de Saint-Acheul, près Amiens, l'un à la profondeur de $3^{m},50$, l'autre de 6^{m} au dessous de la surface du sol. M. Georges Pouchet, de Rouen, auteur d'un ouvrage sur les Races humaines, et qui depuis a visité ce gisement, a lui-même extrait de ses mains un de ces instruments, comme MM. Prestwich et Flower l'avaient fait avant lui. Les strates de cailloux où gisent ces instruments grossiers reposent

immédiatement sur la craie et appartiennent à la période qui a suivi la formation des terrains pliocènes, toutes les coquilles fluviatiles ou terrestres qui les accompagnent étant d'espèces encore vivantes. Pendant les dix dernières années, plus d'un millier de ces instruments ont été trouvés dans la vallée de la Somme, sur un parcours de 24 kilomètres. J'en conclus qu'une tribu de sauvages, ignorant l'emploi du fer, a longtemps habité cette région, et cela me rappelle une vaste butte indienne que j'ai vue dans l'île Saint-Simon, couvrant 4 hectares de terre, haute de 1^{m},60 en moyenne et composée surtout de coquilles d'huîtres qu'on avait jetées là, avec des pointes de flèches, des haches de pierre et des poteries indiennes. Si la rivière voisine, l'Alatamaha, ou la mer, qui n'est pas loin, envahissait, enlevait et stratifiait de nouveau les débris de cette butte, on aurait une accumulation d'instruments humains très analogues à celle que nous étudions, et peut-être dépourvue comme elle d'ossements humains.

» Quoique les coquilles qui les accompagnent soient d'espèces encore vivantes, je pense que l'antiquité des instruments de silex d'Abbeville et d'Amiens est véritablement très grande, si on la compare au temps qu'embrasse l'histoire ou même la tradition. Je considère ces dépôts de cailloux comme étant d'origine fluviatile, mais je ne puis rien découvrir dans leur constitution qui indique les effets d'un cataclysme, rien qu'on ne puisse rapporter à des inondations de rivières, comme celles dont nous avons été témoins en Écosse pendant ce dernier demi-siècle.

» Combien de temps a-t-il fallu pour voir la craie mettre à nu tous les silex brisés qui forment ces amas de cailloux à différentes hauteurs, quelquefois à 30 mètres au-dessus du niveau de la Somme; — pour laisser déposer ce sable léger avec les coquilles, terrestres et aquatiques qu'on y rencontre, — et aussi pour l'érosion que la masse du dépôt a subie à son tour, si bien que ce qui en reste se termine quelquefois à pic, berges antiques qu'est encore venu recouvrir un dépôt plus nouveau et non stratifié ? Pour expliquer ces changements, j'admettrais volontiers des oscillations considérables dans le niveau du sol de cette partie de la France, mouvements lents

d'élévation et d'abaissement ayant dérangé mais non bouleversé entièrement le cours des anciennes rivières. Enfin la disparition de l'Éléphant, du Rhinocéros et des autres genres de Quadrupèdes, maintenant étrangers à l'Europe, implique selon toute vraisemblance, qu'un très grand laps d'âge a dû séparer l'époque où ces instruments fossiles furent façonnés du temps où les Romains envahirent la Gaule.

» Parmi les questions théoriques qui ont été éclairées par les progrès récents de la géologie et de l'histoire naturelle, il n'y en a pas de plus importante et en même temps de plus obscure que celle de l'*origine des espèces*. M. Ch. Darwin va publier prochainement sur ce sujet délicat un ouvrage qui est le résultat de vingt années d'observations et d'expériences en zoologie, en botanique et en géologie. Il arrive à cette conclusion que les forces de la nature qui produisent les races et les variétés permanentes dans les animaux et dans les plantes sont en même temps celles qui, dans des périodes beaucoup plus longues produisent les espèces, et enfin dans des séries d'âges incomparablement plus longues donnent lieu aux différences sur lesquelles sont basées les genr s. Il me paraît être parvenu par ses recherches et par ses raisonnements à répandre de la lumière sur toute une classe de phénomènes qui sont intimement liés aux rapports mutuels, à la distribution géographique et à la succession géologique des êtres organisés ; et, jusqu'à présent, aucune hypothèse n'avait tenté d'en donner une explication.

» Je signalerai aussi une communication que j'ai reçue de M. le Dr Dawson, de Montréal, qui confirme la découverte que nous avions annoncée d'une coquille terrestre du genre *Pupa* dans le terrain houiller de la Nouvelle-Écosse. Si l'on considère qu'il existe entre le terrain tertiaire et carbonifère une très grande série de couches qui sont dépourvues de Mollusques terrestres, cette découverte met bien en relief la grande imperfection de nos connaissances géologiques. Il m'a toujours paru que les partisans du développement progressif des êtres ont tenu trop peu de compte de cette imperfection, et par suite il deviendra nécessaire de modifier ou d'abandonner une grande partie des idées qu'ils ont admises sur la première apparition des animaux et en particulier des animaux terrestres.

» Quoi qu'il en soit, je suis loin de prétendre que cette doctrine du développement progressif ne puisse renfermer le germe d'une théorie exacte. Cette question pourra être éclairée lorsqu'on aura bien déterminé l'âge du grès blanc d'Elgin ; car cette roche, qui jusqu'à présent avait été rapportée au terrain devonien ou au vieux grès rouge, contient certainement divers Reptiles dont l'organisation est tellement élevée que plusieurs géologues ont émis des doutes sur sa grande ancienneté. «

Séance du 3 décembre 1859.

GÉOMÉTRIE. — M. Abel Transon communique les deux théorèmes suivants :

1° *Lorsque deux surfaces se touchent suivant une courbe, si cette courbe jouit d'une propriété de maximum ou de minimum sur la première des deux surfaces, elle jouit de la même propriété sur la seconde.*

2° *Si* ρ *est le rayon de courbure d'une courbe tracée sur une surface développable,* α *l'angle de son plan osculateur avec le plan tangent,* r *le rayon de courbure de la transformée de cette même courbe lorsqu'on développe la surface sur un plan ; on a entre ces quantités la relation* $\rho = r\cos\alpha$.

D'après cela, si l'on veut déterminer la courbe qui, tracée sur une surface quelconque renferme sous le plus petit périmètre l'aire la plus grande, on imaginera une surface développable touchant la surface donnée le long de la courbe cherchée. En vertu du premier théorème, cette courbe considérée comme appartenant à la surface auxiliaire aura nécessairement pour transformée plane un arc de cercle.

Puis le second théorème fera connaître une propriété caractéristique de la courbe demandée ; car puisque r est constant on en conclura que son rayon de première courbure est proportionnel au cosinus de l'angle de son plan osculateur avec le plan tangent à la surface, ou bien encore que si on construit pour chaque point de la courbe la sphère qui contenant son cercle osculateur a son centre sur le plan tangent à la surface proposée, cette sphère a un rayon constant.

Cette propriété remarquable de la courbe en question est

connue (Delaunay, *Journal de math.* de Liouville), mais on ne l'avait démontrée qu'à l'aide du calcul des variations.

Séance du 17 décembre 1859.

Chimie. — M. Berthelot annonce à la Société qu'il a reconnu l'existence d'un nouveau gaz, le quadricarbure d'hydrogène, représenté par la formule $C^4 H^2$. Ce gaz se produit dans la décomposition de l'alcool et de l'éther sous l'influence d'une température rouge. Ses propriétés sont semblables pour la plupart à celle du gaz oléfiant. Elles seront décrites ultérieurement avec plus de détails, ainsi que la préparation et la purification du gaz lui-même et des composés auxquels il donne naissance.

Séance du 24 décembre 1859.

Géologie. *Nouvelle-Zélande.* — M. Delesse donne communication d'une lettre qu'il a reçue de M. Boué qui est relative à la géologie des îles de la Nouvelle-Zélande. M. Hochstetter, géologue attaché à l'expédition de la frégate autrichienne *Novara*, a résidé pendant plus d'une année dans ce pays, sur la géologie duquel on n'avait jusqu'à présent que très peu de notions dues à M. Dieffenbach. Il y a trouvé parmi les substances métalliques du cuivre, de l'or et de l'osmiure d'iridium. Les schistes cristallins sont très développés dans la Nouvelle-Zélande et occupent un énorme espace; ils sont recouverts par des terrains paléo-secondaires, puis par des terrains secondaires plus récents, peut-être par le trias et par le muschelkalk, enfin par des terrains tertiaires. Les roches volcaniques, le trachyte et les tufs ont également été observés. M. Hochstetter rapporte de son voyage plusieurs espèces des oiseaux gigantesques nommés *Dinornis* qui sont très bien conservés et qui atteignent jusqu'à 3 mètres de hauteur (1).

Zoologie, *Observation d'un mode particulier de parasitisme, offert par un Mollusque gastéropode, du genre Styli-*

(1) On trouve dans le journal *l'Institut* des détails plus circonstanciés que ceux que mentionne la lettre de M. Boué sur les recherches de M. Hochstetter. Nous y renvoyons le lecteur.

fer. — Cette observation est exposée avec détail dans la note suivante, présentée par M. Hupé.

« Ayant eu l'occasion, tout récemment, d'examiner un Échinoderme du genre *Cidaris* le *Cidaris imperialis*, Lamarck, nous remarquâmes que parmi les épines ou baguettes dont le corps de ces espèces est ordinairement armé, il y en avait deux qui présentaient un développement tout à fait anormal, et différaient beaucoup par leur forme et leur aspect de toutes les autres; ces dernières, en effet, dans l'état normal, sont longues, cylindriques, un peu acuminées vers leur extrémité libre et couvertes de stries longitudinales, plus ou moins rugueuses, tandis que les deux épines en question ont une forme globuleuse, irrégulièrement sphéroïdale, ressemblant jusqu'à un certain point à des noisettes, et rappelant aussi, par leur aspect, ces galles produites par les Cynippes, sur les feuilles de certains végétaux.

» Ayant alors examiné avec soin la surface extérieure de ces épines, nous vîmes qu'elle était plus lisse que celle des mêmes parties à l'état normal, puis nous aperçûmes à leur base deux petites fentes verticales en forme de boutonnières, placées de chaque côté, sur les faces opposées. La présence de ces fentes, dont on ne voit aucune trace sur les épines ordinaires, jointe à la forme si singulière de ces deux baguettes, nous fit penser qu'il y avait là quelque chose de particulier, quelque mystère à dévoiler. Nous fîmes alors une section de l'une d'elles, à l'aide d'un instrument tranchant et d'un petit coup de marteau. Quel ne fut pas notre étonnement, de trouver logées dans une cavité intérieure deux petites coquilles que nous reconnûmes aussitôt appartenir au genre *Stylifer*.

» La cavité qui renfermait ainsi ces deux coquilles a environ un centimètre. Ses parois sont lisses, et on aperçoit vers la base les deux ouvertures en boutonnières que nous avons dit exister à l'extérieur; seulement, leur pourtour est lisse de ce côté interne, tandis que du côté opposé il est comme rugueux et participe de l'ornementation extérieure.

» Encouragé par ce résultat, nous résolûmes de tenter une nouvelle épreuve sur la deuxième épine que nous avions à notre disposition, nous répétâmes donc la petite opération et

nous trouvâmes le même fait, absolument dans les mêmes conditions, c'est-à-dire, deux individus de la même espèce, renfermés également dans la cavité intérieure de la baguette ; nous y trouvâmes même quelque chose de plus significatif, car avec eux existaient un certain nombre de petites coquilles embryonnaires à peine formées. Nous avions là sous les yeux toute une génération nouvelle de ces petits Mollusques. Cette observation, qui nous paraît entièrement nouvelle, nous permet de tirer les conséquences suivantes : 1° que les Stylifers vivaient en parasites dans l'intérieur de ces épines du *Cidaris imperialis ;* 2° qu'ils étaient arrivés à leur état adulte ; 3° qu'ils paraissent dioïques c'est-à-dire à sexes séparés sur des individus distincts ; 4° enfin qu'ils sont très-probablement vivipares.

» Ce fait d'une espèce du genre *Stylifer*, vivant en parasite sur un Échinoderme, est d'ailleurs parfaitement conforme à ce que l'on connaît déjà sur les mœurs et les habitudes de ces petits Gastéropodes. On sait, en effet, que plusieurs espèces du même genre ont été trouvées soit sur des Oursins, soit sur des Astéries ou Étoiles de mer ; seulement chez ces dernières, c'est dans la cavité buccale elle-même, ou dans l'épaisseur des membranes qui l'enveloppent, qu'elles ont été rencontrées ; il y a donc là une différence très-notable, et cette condition particulière dans leur mode d'existence soulève plus d'une difficulté pour bien concevoir et expliquer de quelle manière le phénomène se produit. Et d'abord comment ces animaux peuvent-ils ainsi pénétrer, ou se trouver enfermés dans l'intérieur des épines ? Puis, par quels moyens peuvent-ils y continuer leur existence ?

» Pour répondre à la première question, il est nécessaire de rappeler en quelques mots le mode de développement de ces épines et surtout la forme qu'elles affectent dans certaines espèces et notamment dans les *Cidaris annulifera,* L. *Cidaris tubaria*, L. et enfin le *Goniocidaris geranioïdes,* Agassiz. (*Cidaris geranioïdes*, L.), ainsi que dans quelques espèces que l'on ne trouve plus qu'à l'état fossile.

» Le développement des épines chez les *Cidaris* paraît avoir lieu par l'addition de couches successives de matière calcaire

se recouvrant les unes les autres, de telle sorte qu'en faisant une section transversale de ces épines, on voit que les couches forment des zônes concentriques plus ou moins épaisses, se distinguant souvent les unes des autres par une coloration un peu différente.

» Ce premier fait étant admis, nous remarquerons que, dans les diverses espèces que nous venons de citer, on voit souvent un certain nombre de baguettes terminées à leur extrémité, soit par une partie plane, soit même par une sorte de cupule, plus ou moins prononcée. On peut donc concevoir la possibilité que certains animaux s'établissent dans ces dépressions ; on voit en effet assez souvent des Huîtres de petite dimension, ainsi fixées sur ces parties. Or, lorsque ces Huîtres ou autres espèces se sont établies avant le développement complet des épines, on remarque que celles-ci ont une tendance à les envelopper par par l'addition de couches successives, de telle sorte que le parasite ne tarde pas à être débordé, et que son extension se trouve limitée et, pour ainsi dire, arrêtée ; nous avons surtout constaté ce fait sur une espèce fossile, le *Cidaris cyathifera*, Agassiz, dont on trouve les épines dans les terrains crétacés supérieurs (sénonien), et, de même que pour le *Cidaris imperialis* qui nous occupe plus particulièrement ici, nous avons vu que la présence d'une Huître, ainsi fixée à l'extrémité des baguettes, détermine une modification notable dans l'ornementation de leur surface, car au lieu de continuer à se couvrir de saillies et d'aspérités, comme cela se voit dans leur partie inférieure, elles deviennent presque lisses, ou du moins ne portent plus que des stries longitudinales, mais sans aspérités.

» Enfin, le *Cidaris clavigera*, Kœnig., du même étage géologique, vient encore nous fournir une particularité, laquelle peut, jusqu'à un certain point, nous venir en aide dans l'explication du phénomène que nous cherchons ; chez ce *Cidaris*, en effet, lorsque les épines sont encore peu développées, elles présentent également une capsule à leur extrémité, mais à mesure qu'elles s'accroissent elles se comblent pour ainsi dire vers cette partie, et deviennent tout à fait arrondies.

»De tous ces faits, il nous paraît résulter que les Mollus-

ques dont il est ici question ont dû s'établir, alors qu'ils étaient encore jeunes, dans une dépression de l'extrémité de l'épine du *Cidaris*, puisque cette dernière continuant à se développer par couches successives et superposées a peu à peu fini par envelopper ces parasites, lesquels grossissaient et se développaient pour ainsi dire parallèlement.

» Nous avons dit que la présence des Stylifers dans les épines du *Cidaris* soulevait une autre difficulté relative à l'explication des moyens à l'aide desquels ils pouvaient vivre dans ces conditions toutes particulières. C'est ici le lieu de rappeler les deux petites ouvertures en forme de boutonnières dont nous avons constaté la présence à la base de chaque épine ; on ne peut douter, en effet, qu'elles ne fussent destinées à assurer l'existence de ces petits êtres en permettant, soit l'entrée de l'eau servant à la respiration, soit l'accès des matières alimentaires, qui, dans ce cas, doivent consister en animalcules d'un volume peu considérable, soit enfin l'expulsion au dehors des matières excrémentitielles, ainsi que des produits de la génération ; seulement, tout cela admis, il reste à expliquer comment ces ouvertures si nécessaires sont établies. Le sont-elles par les animaux eux-mêmes? et, dans ce cas, quels sont les organes ou les instruments qui concourent à leur exécution? Sont-elles le résultat d'un travail actif de la part de l'animal ou bien au contraire n'y concourt-il que d'une manière passive?

» Rien dans l'organisation générale des Mollusques ne nous autorise à penser que c'est par une action directe et active que le Stylifer fait ainsi deux ouvertures aussi régulières, si ce n'est peut-être à l'aide de l'appareil lingual. On sait en effet que certains Mollusques gastéropodes pratiquent des trous dans des corps assez durs, tels que des coquilles, par ce moyen. En est-il de même pour celui qui nous occupe en ce moment? C'est ce que le défaut de détails sur l'organisation de l'animal du Stylifer ne nous permet pas de décider. Pour nous, en présence de ces ouvertures d'une forme si différente de celles auxquelles nous faisions allusion ci-dessus, nous avouons pencher pour la négative, et nous croyons plus volontiers qu'elles sont bien le fait de l'animal, mais qu'il ne concourt à leur formation que

d'une manière passive. Ainsi de même que le fait seul de la présence des jeunes Mollusques à l'extrémité d'une épine est l'occasion de la formation d'une cavité propre à les renfermer, par suite d'un développement anormal de cette épine, de même, nous croyons que la présence de quelque partie de l'animal vers le lieu où se formera l'ouverture, servira de détermination, ou plutôt sera la cause occasionnelle de celle-ci. Il resterait maintenant à dire quelle est cette partie ou plutôt quel est l'organe qui joue ce rôle passif : Est-ce le pied? Il y aurait quelque motif de le supposer, car on sait que le pied des Stylifers est pourvu à sa partie antérieure d'une languette assez prolongée. Ou bien encore serait-ce quelque appendice du marteau, lequel formant une sorte de prolongement, serait destiné à mettre l'organe respiratoire de l'animal en communication plus directe avec le milieu ambiant? Ici, cependant, l'analogie nous ferait défaut, car les Mollusques qui possèdent ainsi ces gouttières ou ces tubes respiratoires ont sur leurs coquilles des indices de ces organes, ils s'y traduisent ordinairement soit par des échancrures, soit par un canal. Nous le répétons de nouveau, le peu que nous connaissons de l'organisation des Stylifers ne nous permet pas d'aller au delà dans l'interprétation de ces faits aussi étranges que nouveaux.

» L'observation que nous venons de faire connaître nous paraît avoir un certain intérêt, d'abord au point de vue de l'organisation générale des Mollusques, puis à celui de leurs mœurs et de leurs habitudes ; mais il en est encore un autre qui ne manque pas d'importance, c'est qu'elle peut venir en aide dans la détermination des corps vivants ou fossiles qui, en devenant ainsi l'habitation parasitique de certains animaux, prennent une apparence et des caractères qui les font souvent méconnaître ; il n'est pas rare en effet de trouver des épines de *Cidaris*, à l'état fossile, dont les formes plus ou moins bizarres ne se rapportent que très-imparfaitement à celles des épines ordinaires ; peut-être sont-elles le résultat de modifications analogues.

» Après avoir fait connaître les particularités de l'habitat de nos Stylifers, il nous reste à les déterminer spécifiquement.

» Le genre Stylifer ne renferme, jusqu'à présent, qu'un pe-

tit nombre d'espèces ; c'est à peine si l'on en compte quatre décrites ou figurées par les différents auteurs ; parmi celles-ci, il en est une établie par M. Petit de la Saussaye, dans le Journal de Conchyliologie, sous le nom de S. *Mittrei*, à laquelle nous avions d'abord songé à rapporter notre espèce, tellement elle en est voisine ; mais un examen plus approfondi nous a bientôt fait voir qu'il existe entre elles des différences assez notables pour légitimer l'établissement d'une nouvelle espèce.

» Comme le Cidaris sur lequel vivait notre Stylifer fait partie de la belle collection de feu M. d'Orbigny, acquise par l'État pour le Muséum d'histoire naturelle de Paris, nous nous faisons un devoir et un plaisir de la dédier à ce savant dont la science regrette la perte, et nous le désignerons par le nom de *Stylifer Orbignyanus.* »

Paris. — Typ. Cosson et Comp., rue du Four-Saint-Germain, 43.

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE DE PARIS.

ANNÉE 1860.

EXTRAIT DE L'INSTITUT,

JOURNAL UNIVERSEL DES SCIENCES ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER.

1re Section.—Sciences mathématiques, physiques et naturelles.

Rue du Marché-St-Honoré, 7, à Paris.

16°792

SOCIÉTE

PHILOMATHIQUE

DE PARIS.

EXTRAITS DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

PENDANT L'ANNÉE 1860.

PARIS,
IMPRIMERIE DE COSSON ET COMP.,
RUE DU FOUR-SAINT-GERMAIN, 43.
1860.

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE
DE PARIS.

SÉANCES DE 1860.

Séance du 11 *février* 1860.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE.—M. J. N. Haton de la Goupillière a lu dans cette séance un mémoire sur les théories de la chaleur et du potentiel. En voici l'analyse :

« Dans ce mémoire qui touche à la fois à la physique mathématique et à la mécanique, je me propose, dit l'auteur, l'étude générale de l'équilibre de température dans un plan et l'application de cette théorie à celles du potentiel cylindrique et des polynomes isothermes. Je me bornerai ici à en esquisser les principaux résultats.

» Si l'on considère la température θ d'un point du plan, et sa variation $\frac{d\theta}{ds}$ tout autour de ce point, cette variation s'annule pour une certaine direction appelée isotherme; elle acquiert, suivant la perpendiculaire, son maximum que j'appelle vitesse thermique, et dans l'intervalle elle est représentée par la projection de cette vitesse. Si l'on suit de proche en proche la direction isotherme, on décrit une ligne, et on obtient de même une infinité de courbes analogues capables de conserver une température fixe, ce qui ne saurait avoir lieu pour une série de lignes tracées au hasard. Si on prolonge de

même la direction de la vitesse on obtient une famille de filets de chaleur. Celle-ci est également isotherme et forme avec la précédente un réseau orthogonal.

» En étudiant de même la manière dont varient en chaque point les deux éléments : grandeur et direction de la vitesse thermique, on reconnaît que la variation de la vitesse atteint son maximum dans un sens où celle de la direction est nulle et réciproquement. Ces deux directions sont perpendiculaires. En les prolongeant, on forme un réseau orthogonal dérivé du précédent. Je fais voir qu'il est lui-même isotherme. Sur chaque ligne de l'une de ses familles la vitesse garde la même valeur, et pour l'autre la même direction. Ces dernières courbes traversent le réseau proposé aux points dont les tangentes sont parallèles à une direction fixe quelconque. L'une d'elles, par exemple, forme le lieu de tous les points maximum et minimum.

» Le réseau dérivé étant lui-même isotherme, admet aussi un dérivé, et ainsi de suite indéfiniment. De là une filiation illimitée de réseaux isothermes. Par d'autres points de vue que je ne détaillerai pas ici, je rattache de même à un réseau proposé dix filiations analogues. Puis je les ramène à cinq distinctes par autant de théorèmes spéciaux qui les font rentrer l'une dans l'autre. L'une d'elles mérite surtout de fixer l'attention. Je l'appelle *filiation principale*. Pour l'obtenir, il faut prendre indéfiniment la vitesse de la vitesse. Les lignes sur lesquelles la n^e vitesse reste constante forment une des familles du n^e réseau de cette filiation. La famille orthogonale se compose des lignes sur lesquelles reste constante la moyenne des directions de cette vitesse et de toutes les précédentes.

» Jusqu'ici nous n'avons considéré que la variation du premier ordre $\frac{d\theta}{ds}$. On obtient des propriétés analogues pour la variation d'ordre quelconque $\frac{d^n\theta}{ds^n}$. Celle-ci s'annule en chaque point pour n directions également espacées qui forment une étoile régulière. Elle atteint son maximum suivant ses bissectrices. Ce maximum est précisément la n^e vitesse v_n et sa di-

rection la moyenne dont il vient d'être question. Enfin elle est représentée pour les directions intermédiaires par la formule très simple

$$v_n \sin n\varphi.$$

Ainsi la filiation principale jouit de cette propriété que la variation maximum d'ordre n conserve sur l'une de ses familles une valeur et sur l'autre une direction constante.

» Le paramètre des filets de chaleur étant lui-même isotherme, on peut lui appliquer tout ce qui précède. Je fais voir que partout la vitesse de tous les ordres est la même que celle de la température, et que leurs directions sont réciproques, la variation nulle de l'un correspondant à la variation maximum de l'autre. La filiation principale est donc la même pour les deux familles et appartient à leur réseau.

» Si, au lieu de réunir par une courbe les points où la variation garde la même valeur ou la même direction, nous suivons de proche en proche ces directions que j'appelle pour abréger nulles et maxima, nous formerons des systèmes tout à fait différents que j'appelle enveloppes nulles et maxima. Leur équation différentielle est du premier ordre, mais du degré quelconque n. J'arrive à y séparer les variables et à l'intégrer dans toute sa généralité.

» Je considère encore des lignes appelées trajectoires le long desquelles reste constante la variation tangentielle de température $\frac{d\theta}{ds}$ qu'il ne faut pas confondre avec la vitesse en chaque point. Il en existe une infinité de séries. Chacune de ces lignes présente un rebroussement dont la direction est celle du filet de chaleur. Le lieu de ces rebroussements est pour chaque série une ligne du réseau dérivé. Partout ailleurs qu'aux rebroussements passent deux lignes de chaque série sous un certain angle. Le lieu des points pour lesquels cet angle se conserve est encore une ligne du réseau dérivé. J'arrive à rectifier toutes les trajectoires d'après cette loi que sur chacune d'elles la température varie proportionnellement à l'arc.

» Je généralise encore en considérant, au lieu de la variation

du premier ordre, celle d'un ordre quelconque. Mais je supprimerai ici ces développements.

» Je signalerai maintenant des particularités curieuses que présentent tous les réseaux isothermes. On y trouve des points ou nœuds où la vitesse s'annule. L'isotherme qui y passe et qui semble au premier abord devoir être indéterminée présente alors deux branches au lieu d'une. Elles sont toujours rectangulaires. Le filet de chaleur se trouve dans le même cas, et ses tangentes sont les bissectrices des précédentes. Dans des points plus compliqués, les n premières vitesses s'annulent à la fois. L'isotherme présente n branches toujours disposées en étoile régulière, et le filet de chaleur forme une étoile pareille, bissectrice de la précédente.

» Si l'on considère dans le réseau les points de courbure nulle, leur ensemble dessine deux lignes qui contiennent tous les points d'inflexion de chacune des deux familles. Tout le long de ces lignes, le réseau proposé et le réseau dérivé sont tangents. Elles jouissent encore de la propriété de traverser toutes les lignes du réseau aux points où la vitesse atteint sur chacune d'elles son maximum et son minimum. Ces deux lignes passent à tous les nœuds du système et y présentent elles-mêmes des nœuds rectangulaires tangents à ceux du réseau. Si on considère de même les points de courbure maximum, on forme une ligne unique pour les deux familles du réseau. Elle passe encore à tous les nœuds et y présente elle-même des étoiles à quatre branches ou de 45° tangentes aux doubles nœuds du réseau.

» On sait que dans un système et une loi quelconque d'attraction, il existe toujours une fonction des coordonnées appelée potentiel, dont les trois dérivées donnent en chaque point les composantes de la force. Dans le cas de la gravitation, qui est la loi de l'astronomie, de l'électricité et du magnétisme, le potentiel est toujours une fonction isotherme. Si, de plus, le système attirant se réduit à des droites parallèles, on obtient le potentiel cylindrique capable d'exprimer la température d'un plan perpendiculaire. Il rentre par conséquent dans la théorie précédente.

» Les lignes isothermes sont alors les trajectoires orthogonales

des forces ou les lignes de niveau. Les filets de chaleur sont les enveloppes des forces. On obtient une valeur constante le long de chaque ligne de niveau en formant en tous ses points le produit des distances aux centres d'action, respectivement élevées à des puissances marquées par les masses de ces centres, considérées comme positives ou négatives, suivant qu'ils sont répulsifs ou attractifs. On obtient aussi une valeur constante le long des enveloppes en faisant la somme des angles de ces distances avec une direction fixe quelconque multipliés respectivement par les masses. Si le système est homogène, les constantes arbitraires sont simplement le produit des distances et leur direction moyenne pour les deux familles du réseau.

» Les nœuds du système sont les positions d'équilibre où les forces se détruisent mutuellement. Les courbes de niveau et les enveloppes y passent encore par des nœuds rectangulaires ou plus généralement par des étoiles régulières bissectrices l'une de l'autre. Pour un potentiel de n centres on a toujours $n-1$ nœuds ou plutôt $n-1$ branches parasites, le nombre des nœuds diminuant s'il se trouve parmi eux des étoiles.

» Le réseau dérivé est formé de lignes que j'appelle isodynamiques et isocliniques, le long desquelles la force garde une intensité et une direction constantes. Nous avons vu qu'il est orthogonal et même isotherme. Je fais voir de plus qu'il appartient lui-même à un potentiel que j'appelle de première espèce, parce qu'il se rapporte à un type constant. Il a pour centres attractifs les anciens centres, tous réduits à une même masse qu'on peut prendre pour unité. Les centres répulsifs sont les anciens nœuds doués de masses aussi égales à l'unité, ou au nombre de branches parasites, s'il y a des étoiles. La filiation dérivée sera donc formée toute entière de potentiels de première espèce. On en peut dire autant des quatre autres filiations et en particulier de la filiation principale.

» Je me pose dans toute sa généralité le problème inverse, qui consiste à trouver le potentiel d'où dérive un autre potentiel donné. Il faut certaines conditions pour que le problème soit possible. Quand elles sont remplies, je donne pour le résoudre deux méthodes, dont l'une est fondée sur l'intégration, et l'autre simplement sur l'élimination du premier degré. J'in-

dique aussi la manière de déterminer un potentiel d'après des conditions imposées à ses nœuds. Par exemple, pour avoir une étoile unique d'autant de branches qu'il y a de centres supposés homogènes il faut que ceux-ci soient disposés aux sommets d'un polygone régulier. De là un potentiel régulier doué de fort belles propriétés que je passerai sous silence.

» Si l'on imagine qu'en chaque point du plan se trouve un thermomètre dont la colonne accuse la température marquée par le potentiel, l'ensemble de leurs sommets décrira une surface dont l'allure sera bien propre à mettre en évidence l'état thermique du plan. Entre autres propriétés de cette surface, je citerai la suivante. Les lignes d'égale pente ont pour projections les trajectoires dont j'ai parlé. Si on imagine qu'un point pesant les parcoure sous l'action de la pesanteur, en même temps qu'un autre mobile décrit la trajectoire sous l'influence des centres d'action, ces deux corps se mouvront de conserve, l'un formant continuellement la projection de l'autre.

» L'étude du potentiel, quoique formant une théorie très générale, n'est donc qu'un cas particulier de celle des fonctions isothermes. J'en forme un autre analogue en spécifiant autrement les fonctions employées. Je prends les expressions rationnelles et entières ou les polynomes isothermes.

» La famille isotherme étant donnée par un polynome, celle des filets de chaleur appartient également à un polynome qui s'en déduit aisément. Le réseau dérivé est un potentiel dit de seconde espèce, qui appartient aussi à un type constant, mais différent du précédent. Tous ses centres sont attractifs. Ce sont les nœuds du proposé, et leurs masses sont égales ou ont des rapports entiers, marqués par les nombres de branches parasites. Le nombre total de ces branches est toujours égal au degré moins un du polynome. Toute la filiation dérivée est ensuite formée de potentiels de première espèce. Elle est illimitée.

» La filiation principale, au contraire, est limitée et formée d'un nombre de réseaux égal au degré du polynome. Ce sont tous des potentiels de seconde espèce. Au delà du n^e ordre toutes les vitesses sont nulles. La dernière est constante. L'a-

vant-dernière varie comme la distance à un point fixe; l'antépénultième comme le rectangle des distances à deux points fixes, placés symétriquement par rapport au précédent. Le dernier réseau est donc formé de cercles concentriques et de leurs rayons, et l'avant-dernier de lemniscates homofocales et d'hyperboles équilatères.

» Quant aux enveloppes, leur dernier système est formé de n familles de droites parallèles, inclinées sous les angles d'une étoile régulière. Pour former l'avant-dernier, il faut construire une famille de spirales sinusoïdes, la faire tourner de manière à l'amener dans $n-1$ positions équidistantes, puis faire encore tourner quatre fois le tout. On obtient ainsi les enveloppes nulles et maxima, et leurs deux familles orthogonales.

» J'ai terminé cet ensemble par l'étude particulière du polynome isotherme du quatrième degré. Elle présente d'intéressants rapprochements avec la théorie des intégrales $\Sigma m x y$, que j'ai donnée dans le dernier cahier du Journal de l'École Polytechnique. Elle tendrait ainsi à rattacher encore à l'étude des fonctions isothermes une dépendance naturelle de la théorie des moments d'inertie.»

Physiologie. — M. Armand Moreau a communiqué, dans cette séance, à la Société, des *recherches anatomiques et physiologiques sur la séparation des nerfs de sentiment et de mouvement dans la classe des Vertebrés*. La note suivante les résume :

La principale découverte physiologique relative au système nerveux est celle de la distinction des racines de sentiment et de mouvement. Elle fit voir que si le nerf paraît être à la fois sensible et moteur, c'est un phénomène apparent, non réel, qu'aujourd'hui tous les physiologistes expliquent de la manière suivante : Le nerf — nous prenons ici un nerf rachidien, pour plus de simplicité, — le nerf dans lequel on constate la propriété de transmettre au *sensorium commune* des impressions sensibles et de transmettre à la fibre musculaire l'excitation qui la fait contracter, est un nerf mixte, composé de deux nerfs dont les filets sont unis ensemble et profondément entremêlés. La séparation de ces deux nerfs a jusqu'à présent déjoué les efforts des anatomistes ; mais cette intrication des deux

nerfs primitifs ne commence qu'au moment où ils sortent du canal vertébral. Avant ce point, ces deux nerfs primitifs, ou, comme on les appelle, ces deux racines sont bien distinctes l'une de l'autre, et si on les soumet à une analyse physiologique, on voit qu'elles produisent, l'une, exclusivement le sentiment, l'autre, le mouvement.

Cette analyse physiologique se fait ainsi :—Après avoir ouvert le canal rachidien, on coupe la racine postérieure, et on constate que cette section produit une douleur très vive. On irrite successivement les bouts coupés de cette racine, et on reconnaît que le bout central est sensible, que le bout périphérique est insensible, et ne réveille point la contractilité des muscles dans lesquels il se distribue.

Ainsi la racine postérieure est sensible, et n'est pas motrice.

On coupe alors la racine antérieure, et si on irrite le bout central, on le trouve toujours insensible. Si on irrite le bout périphérique, on réveille la contractilité des muscles dans lesquels il se distribue.

Ainsi la racine postérieure est une racine de mouvement.

Le phénomène de la sensibilité récurrente est aujourd'hui parfaitement connu, et les conditions dans lesquelles on le constate sont très bien déterminées. La sensibilité de la racine antérieure dépend de la racine postérieure ; aussi est-il permis de dire que la racine antérieure est exclusivement motrice puisque la sensibilité qu'elle offre est empruntée à la racine ganglionnaire, et que le bout central, après la section, est toujours insensible.

J'ai, dit l'auteur de ces expériences, constaté plusieurs fois sur le Chien le phénomène de la sensibilité récurrente, en suivant les préceptes très précis donnés par M. Claude Bernard. Je l'ai en vain cherché, jusqu'à présent, sur des animaux appartenant aux trois autres classes des Vertébrés. La distinction physiologique entre les racines de sentiment et de mouvement est faite depuis longtemps sur les Mammifères et les Batraciens. J'ai voulu voir si elle existait aussi chez les Poissons et les Oiseaux.

La disposition anatomique des racines rachidiennes est semblable dans les quatre classes des Vertébrés. Les nerfs sont

mixtes au sortir du canal vertébral. Il convenait donc de chercher les racines pour distinguer expérimentalement leurs qualités physiologiques.

J'essayai, sur plusieurs espèces de Poissons cartilagineux, d'ouvrir la colonne vertébrale, mais les racines, grêles et courtes, se brisaient et se confondaient quand on parvenait à les atteindre. Je ne réussis point, et regardai cette opération comme presque impossible, au moins sur les Torpilles et les Squales. Cependant, une disposition anatomique toute particulière, que je trouvai en disséquant, me permit bientôt de faire l'expérience avec la plus grande facilité.

En effet, je remarquai, en observant les nerfs rachidiens sur une Torpille, que ces nerfs sont aplatis, rubanés, et présentant un sillon à peine visible qui est situé parallèlement à leur axe, mais pas tout à fait sur la ligne médiane. Ce sillon, que l'on voit quelquefois très nettement, d'autres fois après quelques recherches, est précisément la ligne de démarcation entre l'élément moteur et l'élément sensible du nerf mixte.

On peut déjà le supposer, en faisant une préparation anatomique qui consiste à engager une pointe fine, par exemple une aiguille à cataracte, dans ce sillon. On coupe le névrilème, et on écarte les deux moitiés inégales du nerf. On remonte ainsi jusqu'au point où le nerf se perd dans le tissu même de la colonne vertébrale ; là, il convient de sculpter avec précaution, et quand on a dégagé le nerf jusqu'aux deux racines qui tiennent à la moelle épinière on continue à écarter délicatement les deux moitiés de nerf, et on voit que le ganglion reste tout entier adhérent à la racine postérieure. Les deux racines primitives paraissent alors avec une longueur inusitée, et si l'on continue à les écarter l'une de l'autre, en descendant du côté périphérique, on voit que chacune des racines envoie un filet délié pour former chaque rameau nerveux qui est ainsi mixte.

La séparation se fait d'elle-même, à mesure que l'on avance, et chaque nerf que l'on atteint se dédouble en ses deux éléments anatomiques de racine antérieure et racine postérieure. Les deux parties du nerf ainsi dédoublé se suivent en remontant jusqu'à la moelle, et la division se prolonge d'elle-même

en descendant jusque dans les filets les plus fins que l'œil puisse apercevoir.

L'expérience physiologique, on le comprend, devient alors très facile. J'ouvris sur une Torpille vivante la paroi abdominale, et, écartant les viscères, je disséquai un nerf au voisinage de la colonne vertébrale; puis, ayant pénétré dans la ligne de séparation des deux racines prolongées, j'écartai ces deux racines de façon à pouvoir agir sur une longueur de plusieurs centimètres. Je les coupai toutes deux, et les électrisai successivement avec le même appareil.

En agissant ainsi sur le bout périphérique, j'obtins des contractions musculaires manifestes toutes les fois que je pris la racine antérieure, c'est-à-dire la bande nerveuse qui était du côté de la tête du poisson. Au contraire, en agissant sur la racine postérieure (toujours dans son bout périphérique) je n'obtins aucune contraction musculaire.

La racine antérieure est donc une racine de mouvement, et la racine postérieure n'est pas une racine de mouvement et correspond à la racine de sentiment.

On doit donc admettre que les nerfs rachidiens des Poissons sont physiologiquement mixtes, comme ils le sont anatomiquement; — qu'ils sont formés de deux racines, dont l'une, non ganglionnaire, est la racine de mouvement, et l'autre, ganglionnaire, la racine de sentiment.

Les expériences sur lesquelles je m'appuie ont été faites à Arcachon en septembre 1857, et à Naples en 1858 et 1859. Les Poissons sur lesquels j'ai opéré, sont : à Arcachon, la Torpille (*Torpedo maculata*), la Thouille vulgaire, la Raie bouclée; — à Naples, les deux espèces de Torpilles : *oculata* et *maculata*, le Squale vulgaire nommé *pesce cane*, une petite espèce de Raie de couleur jaune.

J'ai fait sur les Oiseaux, dit encore l'auteur, les mêmes recherches expérimentales pour constater les propriétés physiologiques des racines nerveuses.

Au point de vue anatomique, l'analogie est complète entre leurs nerfs rachidiens et ceux des Mammifères. Voici les difficultés que j'ai rencontrées en opérant sur eux :

J'essayai d'abord sur des Pigeons et des Poules, mais tous ces

animaux périrent quand j'eus ouvert le canal rachidien, et avant que j'aie eu le temps de chercher les racines nerveuses. Je pris alors des Oies, et réussis, sur quatre de ces Oiseaux, à terminer l'expérience.

Après avoir mis à nu la colonne vertébrale dans une étendue suffisante, je pris des ciseaux forts et des pinces, et ouvris les vertèbres au niveau du point de réunion de la région cervicale et de la région dorsale. Les nombreux sinus veineux et les canaux aériens qui circulent dans les vertèbres furent forcément ouverts, et j'eus beaucoup de peine à étancher le sang qui remplissait le canal vertébral ; ce sang était chyleux comme on l'a remarqué déjà dans diverses opérations. A chaque effort d'expiration, l'animal chassait avec bruit l'air de ses poumons à travers les canaux aériens, et formait ainsi un mélange spumeux d'air et de sang qui gênait l'opération. Je parvins, cependant, à isoler une racine postérieure que je coupai ; je constatai que la section était très douloureuse, puis, ayant pincé le bout périphérique, je n'obtins pas de mouvements dans l'aile correspondante ; excitant ensuite le bout central, l'animal manifestait sa douleur par des cris, et des mouvements volontaires qui s'ajoutaient aux mouvements réflexes. Cette racine postérieure offre donc les mêmes propriétés que les racines postérieures des Mammifères. Je coupai alors la racine antérieure, et, n'ayant point constaté de signes de douleur, ce qui n'étonnera point, puisque la racine postérieure correspondante était coupée, et que, par conséquent, la condition nécessaire pour la manifestation de la sensibilité récurrente était absente, j'irritai alors le bout central, et n'obtins aucun signe de sensibilité, puis le bout périphérique, et j'eus aussitôt des mouvements violents, mais limités, dans l'aile correspondante. — Ces essais furent répétés sur quatre Oies, et toujours avec le même résultat. J'excitais les racines tantôt avec la pince, tantôt avec le courant électrique.

Je constatai aussi expérimentalement l'analogie des racines rachidiennes des Oiseaux avec celle des autres Vertébrés, au point de vue physiologique.

Les expériences faites sur les Pigeons et les Poules ne furent pas tout à fait sans résultat, car la mort étant survenue pendant

l'opération, je me hâtai d'isoler les racines, et, les ayant coupées, je galvanisai leur bout périphérique ; la racine antérieure, galvanisée, provoqua seule des contractions dans les muscles correspondants.

Séance du 25 février 1860.

MÉCANIQUE. — La note suivante *sur deux potentiels réciproques* a été lue dans cette séance par M. J.-N. Haton de la Goupillière.

« Les systèmes d'attraction que je considère sont formés de la manière suivante : — Je prends des droites parallèles en nombre infini, comprises dans un même plan, équidistantes et douées de pouvoirs égaux. Je distingue deux cas, suivant que toutes ont une faculté de même sens, ou qu'elles sont alternativement attractives et répulsives. C'est ce que j'appelle un système simple ou double.

» Faisant, pour simplifier, une section par un plan perpendiculaire, je construis pour chacun des deux systèmes son réseau, composé d'une famille de courbes de niveau partout normales et d'une d'enveloppes partout tangentes aux forces. Je construis, en outre, pour chacun d'eux, son réseau dérivé formé de deux familles de courbes isodynamiques et isocliniques pour lesquelles la force garde une intensité et une direction constantes. Ce second réseau est toujours orthogonal et isotherme. J'ai montré en outre qu'il se rapporte lui-même à un potentiel.

» Pour le déterminer je rattache à chacun des deux systèmes un autre appelé son conjugué, à savoir : pour le système simple un système double obtenu en intercalant un système simple pareil mais inverse, et pour le système double le système simple qui s'en déduit en renversant le sens de la moitié de ses droites. Cela posé, j'arrive aux théorèmes suivants :

» En premier lieu : 1° les courbes de niveau du système simple sont les isodynamiques du système double conjugué ; 2° les enveloppes du système simple sont les isocliniques du système double conjugué ; 3° les isodynamiques du système simple sont les lignes de niveau du système double conjugué ;

4° les isocliniques du système simple sont les enveloppes du système double conjugué.

» En second lieu : 5° les courbes de niveau du système double sont les isodynamiques du système simple conjugué ; 6° les enveloppes du système double sont les isocliniques du système simple conjugué ; 7° les isodynamiques du système double sont les lignes de niveau du système simple conjugué ; 8° les isocliniques du système double sont les enveloppes du système simple conjugué.

» Pour obtenir ces résultats j'emploie l'algorithme des fonctions hypotrigonométriques qui a été introduit par M. Lamé dans son *Traité des inverses des transcendantes*. Ce mode de calcul simplifie beaucoup les opérations et introduit dans le résultat une symétrie fort élégante. Pour en donner une idée je me contenterai de transcrire les formules fondamentales.

» A cet effet je désignerai par a, b, α, β, les paramètres des lignes de niveau, des enveloppes, des isodynamiques et des isocliniques du système simple, et par A, B, A, B, ceux du système double. On aura alors pour les équations des quatre familles distinctes :

$$e^{2a} = \sin^2 x + \text{hypo}\sin^2 y = e^{2A}$$

$$\text{tang } b = \frac{\text{tang } x}{\text{hypo tang } y} = \text{tang B}$$

$$\text{hypo tang } \alpha = \frac{\cos x}{\text{hypo cos } y} = \text{hypo tang A}$$

$$\text{cotang } \beta = \frac{\sin x}{\text{hypo sin } y} = \text{tang B}$$

» Je donnerai encore l'expression de l'intensité f, F et de l'inclinaison φ, Φ de la force dans les deux systèmes :

$$f^2 = \frac{\cos^2 x + \text{hypo}\sin^2 y}{\sin^2 x + \text{ypoh}\sin^2 y}, \qquad \text{tang } \varphi = \frac{\text{hypo sin } 2y}{\sin 2x}$$

$$\frac{1}{F^2} = \sin^2 x + \text{hypo}\sin^2 y, \qquad \text{tang } \Phi = \frac{\text{hypo tang } y}{\text{tang } x}$$

» Ces deux réseaux constituent deux systèmes de coordonnées curvilignes tels que les deux autres plus simples que

M. Lamé a discutés avec soin dans son bel ouvrage sur l'emploi des coordonnées curvilignes pour les recherches de physique mathématique. J'ai étudié ces deux systèmes et donné leurs formules de transformation, soit entre eux, soit par rapport au système rectiligne ; mais je supprimerai ici ces développements. »

Électrophysiologie. *Expériences sur l'organe électrique de la Torpille.* — M. Armand Moreau a communiqué aussi à la Société dans la même séance la note suivante :

« Plusieurs hypothèses ont été proposées pour expliquer le phénomène de la décharge électrique de la Torpille : dans les unes, on regarde l'appareil comme produisant l'électricité ; dans les autres, l'appareil est assimilé à un condensateur, et les nerfs nombreux et énormes qui se distribuent dans l'organe électrique sont regardés comme des conducteurs capables de porter à l'organe de petites quantités de fluide électrique pendant le temps où l'animal est en repos, — quantités d'électricité qui s'accumulent, et sont ensuite dépensées dans les décharges que l'animal détermine au moment où il le veut. Un lobe particulier, nommé *lobe électrique*, existe dans les centres nerveux, à l'origine des principaux nerfs électriques, et paraît avoir un rôle spécial à remplir dans cette fonction remarquable. Je regarde comme tout à fait inutile d'énumérer ici les raisons qui peuvent d'avance faire douter de la valeur de cette dernière hypothèse. L'expérience est l'argument souverain qu'il faut invoquer en physiologie, plus encore que dans les autres sciences, pour légitimer les hypothèses les plus vraisemblables ou pour détruire les plus improbables.

» 1. J'ai pris des Torpilles vivantes, et j'ai pratiqué la section des nerfs électriques qui se rendent à l'un des deux organes ; soulevant alors, au voisinage de la section, le bout périphérique d'un nerf électrique, je l'excite au moyen du courant d'une machine électromagnétique. — Chaque fois que passe le courant, il se produit dans l'appareil une décharge manifestée par les soubresauts violents de Grenouilles préparées suivant la méthode de Galvani et placées sur l'organe. Au bout de plusieurs excitations, les décharges deviennent de plus en plus faibles, et bientôt on cesse d'en déterminer, malgré les plus

fortes excitations. — J'épuisai ainsi la faculté que possède l'organe de donner des décharges par l'excitation des nerfs, et je replaçai le Poisson dans l'eau de mer. Au bout de quelques heures, je le repris, et cherchai à voir si l'organe privé de toutes ses communications nerveuses avec le lobe électrique et les centres nerveux, et dépouillé d'avance de la faculté de donner des décharges, avait récupéré cette faculté. — J'excitai donc comparativement les nerfs du côté sain et les bouts périphériques des nerfs coupés : j'obtins des décharges des deux côtés, décharges dont l'intensité était aussi grande du côté qui avait été soumis à cet épuisement artificiel que de l'autre.

» Il est donc établi par l'expérience que l'hypothèse qui assimile l'organe de la Torpille à un condensateur qui recevrait l'électricité des centres nerveux par l'intermédiaire des nerfs est une hypothèse impossible à soutenir.

» 2. J'ai soumis à des excitations très fortes les nerfs électriques dans leur état normal, afin de voir s'ils sont sensibles. Je n'ai pu reconnaître, à l'occasion de ces excitations, les mouvements réflexes, signes d'un courant centripète qui caractérise tout nerf de sentiment. Les nerfs électriques ne possèdent donc que des courants centrifuges, et sont, sous ce rapport, analogues à des nerfs de mouvement. Déjà, de Blainville avait admis qu'ils étaient des nerfs moteurs.

» Quoique j'aie excité fortement les nerfs de l'appareil sans obtenir de mouvements réflexes, je crois devoir rappeler que les branches du pneumo-gastrique ne jouissent pas de la même sensibilité que les nerfs de sentiment proprement dits. Chez les Mammifères, ces nerfs sont tantôt sensibles, tantôt insensibles.

» J'ai cherché souvent à déterminer des mouvements réflexes en excitant le nerf pneumo-gastrique latéral des Poissons, sans pouvoir y parvenir ; — et cependant j'ai obtenu, dans des circonstances favorables, des mouvements réflexes évidents, signes de la sensibilité de cette branche du pneumo-gastrique. Il m'a paru nécessaire de rappeler ici, à propos des nerfs électriques qui sont en grande majorité des branches du pneumo-gastrique, que les conditions de sensibilité de ce nerf ne sont pas tout à fait les mêmes que celles des nerfs ordinaires de sentiment.

» Malgré ces réserves, je considère, en m'en rapportant à

mes expériences, les nerfs électriques de la Torpille comme dénués du courant centripète, et je suis confirmé dans cette opinion par l'expérience que j'ai faite, qui consiste à exciter ces nerfs avant leur passage dans les branchies. J'ai obtenu alors des mouvements réflexes évidents, dus sans aucun doute aux filets de sentiment qui vont se distribuer dans les branchies, et dont le nerf pneumo-gastrique est tout à fait dépouillé quand il entre dans l'organe électrique. »

Séance du 10 *mars* 1860.

PHYSIQUE. — M. Th. du Moncel communique à la Société quelques-unes de ses recherches sur l'électromagnétisme, et fait même devant elle une série d'expériences rélatives à ces recherches.

Il démontre d'abord que si l'on soumet un morceau de fer doux à l'action d'un pôle d'un électro-aimant droit, le magnétisme attiré occupe une calotte sphérique précisément au-dessus de ce pôle, et le développement de cette calotte sphérique dépend de la distance de l'écartement entre le fer et l'aimant. Elle diminue très rapidement à mesure que cet écartement se réduit et devient *nul* quand le contact a lieu. Alors, suivant M. du Moncel, le magnétisme attiré se trouve complétement dissimulé. Mais, comme entre ce magnétisme attiré et le magnétisme libre de l'électro-aimant il se produit une réaction secondaire, il en résulte par le fait une excitation énergique du pôle actif, et, par suite, un renforcement de l'autre pôle, puisque la polarité d'un pôle ne peut être excitée sans que le pôle opposé ne partage cette surexcitation. Par le moyen de l'addition d'un morceau de fer au pôle inactif d'un électro-aimant droit, on peut donc augmenter la force attractive de celui-ci dans un rapport considérable, et M. du Moncel a montré qu'elle pouvait être quadruplée. Cette augmentation d'énergie est d'autant plus grande que la masse de fer ajoutée à l'électro-aimant est plus considérable; mais il vient un moment où elle devient stationnaire, puis change de signe, ainsi que l'a observé M. Nicklès.

Une chose assez particulière c'est que cette surexcitation polaire de l'électro-aimant avec une masse de fer addition-

nelle dépend moins de la masse de ce fer que de sa surface. On peut s'en convaincre en articulant une série de lames de fer de manière à pouvoir se replier et se développer comme les différentes lames d'un mètre. Si cette série de lames est repliée de manière à former une même masse de fer, la force attractive due à la surexcitation qui en résulte sera moins grande que quand les lames seront développées, et cela de quelque manière que le développement soit opéré. Cet effet n'a pas seulement lieu avec des lames réunies en faisceau. Ainsi, une barre de 56 cent. carrés de surface pesant 70$^{gr.}$ augmentait, dans les expériences de M. du Moncel, la force attractive dans le rapport de 12 à 32$^{gr.}$, tandis qu'une barre de 46 centimètres carrés de surface pesant 76$^{gr.}$ ne l'augmentait que dans le rapport de 12 à 27. Cet effet peut être expliqué par l'expérience suivante :

Si sur la lame de fer fixée sur l'électro-aimant dont nous avons parlé on place une petite barre de fer légèrement bombée et disposée de manière à pouvoir pivoter aisément sur son centre, il arrivera, quand cette dernière barre sera placée longitudinalement sur la première, qu'elle se trouvera déviée avec force au moment du passage du courant à travers l'électro-aimant, soit à gauche, soit à droite, jusqu'à ce qu'elle se soit mise en croix sur la barre fixe, position qui constitue son état d'équilibre stable.

Cet effet vient de ce que la barre mobile, se trouvant influencée par le pôle de l'électro-aimant qui est épanoui sur toute la surface de la barre fixe, est polarisée par celle-ci de telle manière que le fluide attiré se trouve dissimulé au point de contact des deux barres, et que les surfaces extérieures de celles-ci possèdent une polarité semblable sur toute leur étendue. Il en résulte donc une répulsion qui s'effectue dans un sens ou dans l'autre suivant que l'axe de la barre mobile croise à gauche ou à droite l'axe de la barre fixe, croisement qui a toujours lieu puisque la superposition parallèle des deux lames constitue un état d'équilibre instable que la moindre cause peut troubler. Ce n'est que quand les axes se croisent à angle droit que les forces répulsives se trouvent équilibrées de part et d'autre.

On peut s'assurer de la vérité de cette explication en plaçant sous la partie bombée de la barre mobile un peu de papier. Dans ce cas, le fluide attiré n'est plus tout à fait dissimulé et, se répartissant sur toute la surface inférieure de la barre mobile, provoque entre les deux barres une attraction normale qui s'effectue du côté où la lame fixe est attachée à l'aimant en raison de la plus grande force polaire de la barre de ce côté. Alors la force directrice est complétement dissimulée et la barre mobile n'est plus déviée ni à droite ni à gauche.

Si on mesure maintenant les forces attractives du pôle opposé à celui sur lequel est fixée la barre rigide dont nous venons de parler et qu'on opère cette mesure d'abord avec la barre mobile placée longitudinalement, et, en second lieu, avec cette barre placée en croix, on trouve dans le premier cas 60 grammes, dans le second 65. Or, il est facile de comprendre que, dans ce dernier cas, l'augmentation de la force attractive vient précisément de ce que la polarité de la barre rigide se trouve alors soustraite aux réactions contraires exercées entre deux polarités semblables, réactions qui ont pour effet de provoquer par réflexion une polarité différente nécessairement nuisible. Or, c'est parce que ces réactions sont moins sensibles dans une lame de fer à grande surface que dans une lame de fer un peu épaisse, que l'énergie de l'action magnétique surexcitée est plus grande dans un cas que dans l'autre.

M. Th. du Moncel montre ensuite que, par suite des effets précédents, l'action d'hélices de différentes tailles composées d'une même longueur de fil et agissant sur un même fer d'électro-aimant est bien différente. Suivant que ces hélices recouvrent entièrement ou partiellement ce fer, elle donne lieu à un maximum et à deux minima. L'un de ces minima se révèle lorsque le fer est entièrement recouvert par l'hélice magnétisante ; l'autre minimum est idéal et correspond à la plus petite longueur possible d'hélice. Toutefois, ce dernier minimum, dans les circonstances ordinaires de l'expérimentation, est toujours de valeur moindre que le premier. Quant au maximum, il a lieu lorsque la masse de fer qui dépasse l'hélice est environ trois ou quatre fois celle du noyau magnétisé. Dans

ces différentes expériences, il doit être bien entendu que les hélices doivent avoir la même longueur de fil, de sorte que c'est l'hélice qui a le plus grand nombre de spires (1 600 dans les expériences de M. du Moncel) qui donne la plus petite force attractive.

Il ne faudrait pourtant pas conclure de ce résultat que la loi de Jacobi sur les électro-aimants, qui dit que la force des électro-aimants pour une même intensité de courant est proportionnelle au nombre des spires de l'hélice, soit infirmée ; elle se complique seulement de réactions secondaires qui changent les conditions des électro-aimants. Si les fers des électro-aimants sont de la même longueur que les hélices, les effets précédents n'ont plus lieu, et on trouve que la force attractive est d'autant plus grande que les électro-aimants sont plus longs. Cependant M. du Moncel a reconnu que la loi de Jacobi peut être formulée plus simplement et plus exactement de la manière suivante : — La force attractive d'électro-aimants droits de différentes longueurs dont les hélices magnétisantes sont constituées par une même longueur de fil croît avec leur longueur dans un rapport particulier qui est celui d'une progression arithmétique alors que les longueurs croissent en progression géométrique. De plus la raison de cette progression arithmétique est dans un rapport constant avec la force électrique qui agit sur l'électro-aimant et avec le degré de la force magnétique développée.

M. du Moncel fait voir ensuite la différence d'action de la force électro-magnétique quand elle agit comme force vive ou comme force continue. Pour cela, il revient à sa première expérience et mesure, lors d'une fermeture momentanée du courant, la force de l'électro-aimant au moment où la barre mobile est en croix sur la barre fixe : ce sera, comme il l'avait trouvé déjà, 65 grammes ; il ferme ensuite le courant d'une manière permanente et fait successivement passer la barre mobile de sa position longitudinale dans sa position d'équilibre. Au lieu d'entraîner dans cette dernière position le poids de 65 grammes, elle ne pourra plus même en attirer un de 60.

On a vu que la surexcitation provoquée par une barre de

fer ajoutée à l'un des pôles d'un électro-aimant droit augmentait avec la masse et la surface de cette barre, atteignait un maximum, puis diminuait après ce maximum atteint. Or, M. du Moncel démontre qu'en surexcitant la polarité de la barre en question à l'aide d'un aimant ou d'un électro-aimant de même force à peu près que l'électro-aimant actif, on *arrivait à obtenir immédiatement ce maximum quelle que soit la masse de cette barre, que le maximum soit dépassé ou qu'il ne soit pas encore atteint.* Ce phénomène explique pourquoi un électro-aimant à deux bobines dont les branches sont longues ou courtes a toujours la même force, ainsi que l'a démontré M. Nicklès.

Enfin, M. du Moncel a démontré comment, en se fondant sur les lois de la distribution magnétique dans les électro-aimants et leurs armatures, il était parvenu à détruire complétement le magnétisme rémanent dans les électro-aimants.

Dans les électro-aimants droits un aimant fixe placé dans le prolongement de l'armature mobile suffit pour cela, à condition que le pôle de cet aimant fixe opposé à l'armature soit de même nom que le pôle de l'électro-aimant qui agit sur elle. Au moment où le courant ne passe plus dans l'électro-aimant, le magnétisme de l'armature, condensé en son point de contact avec le pôle de l'électro-aimant, se trouve déplacé par l'aimant fixe, et à la place de ce magnétisme condensé vient se substituer du magnétisme repoussé, par conséquent du magnétisme de même nom que celui du pôle de l'électro-aimant. Il y a dès lors répulsion.

Dans les électro-aimants à deux bobines, on ne peut guère détruire le magnétisme rémanent, mais avec les électro-aimants à deux branches dont une seule est recouverte d'une hélice, on peut facilement obtenir cet effet en ajoutant à la disposition précédente un second aimant que l'on fixe sur la branche sans bobine, de telle manière que le pôle appliqué sur la culasse de l'électro-aimant soit de nom contraire à celui développé à l'extrémité de la branche recouverte de l'hélice.

Au moment où le courant cesse de circuler dans l'électro-aimant, le noyau magnétisé tend à prendre la polarité communiquée à la culasse de celui-ci par l'aimant qui est en contact avec elle, c'est-à-dire une polarité contraire à celle qui

constitue le magnétisme rémanent; il y a donc tendance à la destruction de celui-ci. D'un autre côté, le pôle de l'aimant placé devant l'armature déplace le magnétisme condensé de celle-ci et tend d'autant plus facilement à lui substituer du magnétisme repoussé qu'il est aidé dans cette réaction par l'aimant placé sur la branche sans bobine.

M. du Moncel a appliqué le principe de ce système électromagnétique à un télégraphe Bréguet qui peut marcher sans réglage en faisant varier la résistance du circuit de 0 à 500 kilomètres.

—MM. J. Lemaire et Le Bœuf (de Bayonne) ont adressé dans cette séance à la Société la communication suivante sur les propriétés de l'émulsion de coal-tar saponiné :

« La propriété antiseptique du coal-tar est généralement reconnue, et ses applications au pansement des plaies ont acquis depuis quelque temps une grande célébrité; malheureusement les matières auxquelles on jugeait indispensable de mélanger le goudron en rendaient l'emploi difficile dans la plupart des cas, et quelquefois absolument impossible. L'application de ces mélanges ne pouvait être faite qu'aux plaies superficielles. — Dès le mois de septembre dernier, profitant des observations antérieures de l'un de nous (M. Le Bœuf), sur la propriété que possède la saponine de former des émulsions durables avec tous les corps solubles dans l'alcool, nous eûmes l'idée d'employer cette substance pour émulsionner le goudron, et de substituer cette émulsion aux mélanges plus ou moins pulvérulents qu'on a préconisés utilement dans certains cas, mais dont l'usage entraîne des inconvénients qui les ont fait repousser par un grand nombre de praticiens dans le traitement des plaies.

» L'émulsion dont il s'agit ici s'emploie en mélangeant quatre ou dix-neuf parties d'eau à une partie de la teinture suivante :

» Coal-tar ou goudron de houille	1000 gr.
» Teinture alcoolique de saponine	2400 »

» Dans le premier cas l'émulsion est à $\frac{1}{5}$, dans l'autre elle est à $\frac{1}{20}$. Ces proportions sont les plus usitées; toutefois les

propriétés émulsionnantes de la saponine sont telles, qu'on peut ajouter l'eau pour ainsi dire en toutes proportions et obtenir néanmoins une émulsion persistante ; dans les cas ordinaires l'émulsion au cinquième est la plus en usage.

» Les applications que nous avons eu occasion de faire de cet agent désinfectant peuvent être rangées sous trois chefs principaux :

» 1° Applications thérapeutiques. — L'émulsion de coal-tar saponiné participe des propriétés de la saponine et de celle du coal-tar, c'est-à-dire qu'elle est à la fois désinfectante et détersive. Par la saponine elle nettoie et déterge les tissus vivants avec une innocente énergie ; par le goudron, elle désinfecte rapidement les sécrétions les plus infectes des muqueuses enflammées ou des surfaces suppurantes ; enfin elle exerce sur les tissus malades une action médicatrice puissante, ramène les sécrétions dans les limites de l'état normal et aide puissamment au travail réparateur des plaies.

» Il est bon de signaler dans quelles circonstances l'émulsion a manifesté ces propriétés.

» La première application en fut faite (par M. Lemaire) sur une femme de 66 ans, atteinte d'une plaie gangréneuse au pli de l'aine, que compliquait un vaste décollement de la peau sur une surface d'environ 60 centimètres carrés ; la sécrétion infecte que donnaient les surfaces suppurantes était non-seulement désinfectée, mais arrêtée par l'emploi continu de l'émulsion; elle reprenait de nouvelles forces s'il y avait des interruptions dans son usage. L'expérience en fut faite plusieurs fois. Il fut donc impossible de ne pas attribuer à l'émulsion les heureux résultats que son usage reproduisait à coup sûr et pour ainsi dire à volonté.

» Plusieurs plaies de mauvais caractère, succédant à des anthrax, furent de la même manière modifiées et amenées à une cicatrisation rapide ; des ulcères phogédéniques le furent pareillement par des lavages répétés au moyen de cette émulsion. Ses applications à des dartres impétigineuses donnant lieu à des écoulements fétides, à des cas d'ozène chronique, au pansement des sétons, enfin au traitement des engelures ulcérées, eurent un résultat semblable.

» Des observations parallèles ont été faites à l'hôpital de Bayonne par MM. Darrican et Petit, chirurgiens de cet établissement; à Pau, par M. Menien, qui a appliqué l'émulsion au traitement des otorrhées chroniques; M. le docteur Blache a fait des expériences analogues, et partout les mêmes avantages ont persisté, partout les mêmes résultats ont été obtenus : les sécrétions fétides ont été désinfectées, les plaies suppurantes ont été détergées, les muqueuses malades, les dartres, les ulcères, ont été amenés à une guérison plus rapide.

» En face de ces résultats qu'aucun fait n'a démentis, on pourrait être surpris de l'arrêt peu favorable que M. Velpeau a porté contre ce moyen. Ce savant chirurgien le rejette parce que, dans un ou deux cas de brûlure douloureuse, l'application de cette substance éveilla des douleurs vives; on conçoit, en effet, que l'émulsion au cinquième puisse éveiller des douleurs par l'effet d'une trop grande proportion d'alcool; mais qui empêche de l'employer au vingtième et même au delà? Il est évident que, dans ce cas, la quantité d'eau ajoutée doit être proportionnée à la susceptibilité du malade.

» 2° Les applications à l'hygiène se présentent en foule et offrent, surtout dans les hôpitaux, des avantages sans nombre. L'émulsion de coal-tar saponiné désinfecte à l'instant les matières fécales. En lavant avec cette substance le bois des chaises percées, on fait disparaître à l'instant son odeur fétide et persistante; ce serait dans les salles où un grand nombre de malades sont accumulés un moyen préventif très utile. Un peu de cette substance placée d'avance dans les vases et dans les urinoirs portatifs tarirait pour ainsi dire les sources d'exhalations funestes et à peu près inévitables.

» 3° Des applications non moins favorables peuvent être faites de l'émulsion et, dans certains cas, de la teinture aux préparations anatomiques; une injection de teinture de coal-tar saponiné poussée dans les artères désinfecte les cadavres d'animaux, les conserve, empêche la chute des poils et des plumes, favorise le dessèchement et pourrait, dans certains cas, être proposée comme un procédé taxidermique facile et surtout très économique.

» Tous les anatomistes savent combien repoussantes sont les

recherches faites sur les viscères abdominaux. Le contact des fluides abdominaux et des surfaces péritonéales quand le cadavre n'est pas absolument frais laisse aux mains une odeur dégoûtante qui résiste à des lavages répétés et ne se dissipe qu'au bout de plusieurs heures ; en versant quelques verres d'émulsion au cinquième dans la cavité abdominale après l'avoir ouverte et en l'y maintenant pendant quelques minutes, on prévient cette conséquence désagréable ; et ce n'est pas en masquant la mauvaise odeur que le goudron agit dans ce cas comme l'avaient pensé quelques personnes, il désinfecte réellement ; en effet, après l'ablation complète du goudron par des lotions successives d'huile et de savon, aucune odeur appréciable ne persiste ; en conséquence, l'odeur est réellement détruite et non pas seulement masquée. Des matières conservées depuis plus d'un mois dans l'émulsion de coal-tar saponiné ont conservé toute leur fraîcheur. La matière nerveuse de la moelle elle-même, dont la décomposition est en général si prompte, n'a subi aucune altération. C'est donc là un procédé d'embaumement qui semble appelé à rendre de grands services aux sciences anatomiques ; d'ailleurs son action n'est pas dans tous les cas instantanée ; mais il n'est pas d'odeur provenant des matières en décomposition qu'elle ne diminue soudain et ne dissipe à la longue. »

Séance du 17 *mars* 1860.

La note suivante sur un nouveau sphygmographe, ou appareil enregistreur du pouls, a été communiquée, dans cette séance, par M. Marey.

Les anciens, qui attachaient une si grande importance à l'étude du pouls, avaient, pour en caractériser les différentes formes, une riche nomenclature qui, suivant eux, définissait les sensations particulières que peut éprouver le doigt lorsqu'il explore une artère. La difficulté de s'entendre lorsqu'on veut exprimer par des mots des sensations aussi fugaces a fait presque entièrement abandonner ce genre d'études, et la fréquence du pouls est presque seule restée dans la pratique médicale.

Cependant les physiologistes cherchaient toujours de nou-

veaux moyens de rendre saisissables les différentes formes de la pulsation artérielle. Les instruments à indications continues ont fourni le moyen de réaliser ces espérances. — Tout le monde connaît la machine de Morin, imaginée pour démontrer les lois du mouvement dans les corps qui tombent; c'est le plus simple de ce genre d'appareils qui a introduit une véritable révolution dans l'étude des mouvements variés.

Il devenait possible d'écrire sur un cylindre tournant les oscillations d'un manomètre à colonne mercurielle; c'est ce qui a été réalisé par Ludwig. Ainsi le *kymographion* reçoit sur un cylindre le tracé d'un pinceau porté par un flotteur qui monte et descend avec la colonne de mercure. Avec cet instrument, Ludwig, Volkmann, Spengler, etc., ont fait de nombreux et remarquables travaux sur la tension et le pouls des artères chez les animaux.

A peine connaissait-on en France ce genre de recherches que déjà un procédé nouveau tendait en Allemagne à se substituer à l'emploi du *kymographion*. — Karl Vierordt imagina d'adapter à l'artère un levier que chaque pulsation soulèverait et qui, redescendant dans l'intervalle de deux pulsations consécutives, fournirait des mouvements d'ascension et de descente qui s'inscriraient sur le cylindre comme les mouvements de la colonne mercurielle dans l'appareil de Ludwig.

Ce nouvel instrument permettait d'appliquer à la physiologie humaine et à la clinique des recherches qui, jusque-là, ne pouvaient être faites que sur les animaux, car elles exigeaient une vivisection.

Toutefois, dans la construction du nouvel instrument existaient encore des défauts considérables qui le rendaient impropre à fournir les indications de la forme du pouls, ce qui est précisément le plus essentiel et en même temps le plus difficile à saisir par le toucher.

Dans un ouvrage intitulé : *Die Lehre von arterienpuls*; Braunschweig, 1855, Vierordt donna la figure de son instrument et les tracés obtenus par lui dans différentes conditions physiologiques ou morbides.

Le *sphygmographe* de Vierordt est formé de deux leviers unis entre eux par une sorte de parallélogramme de Watt

destiné à corriger l'arc de cercle dans les oscillations des leviers. La multiplicité des articulations doit entraîner de nombreux frottements, et de plus le poids considérable des leviers et de leurs annexes a déterminé le physiologiste allemand à équilibrer son instrument au moyen d'un contre-poids placé sur le prolongement du levier principal. Comme, de plus, il faut, pour que le pouls se produise, que l'artère soit déprimée avec une certaine force, c'est avec un nouveau poids placé sur le levier lui-même que Vierordt cherche à obtenir cette dépression du vaisseau.

La masse considérable de l'instrument est précisément la cause qui enlève aux indications obtenues leur plus grande valeur. Le *sphygmographe pondéré* oscille comme le ferait une balance presque équilibrée, mais dont les deux plateaux seraient très chargés : les mouvements d'ascension et de descente du levier sont sensiblement isochrones. Le nombre des pulsations, leur plus ou moins de régularité et leur amplitude sont donc les seuls caractères que fournisse le sphygmographe de Vierordt.

C'est à l'insuffisance de ces indications, aussi bien qu'à l'incommodité de l'appareil peu portatif à cause de son volume, que j'ai cherché à remédier par la construction d'un nouveau sphygmographe qui n'a de commun avec l'appareil allemand que l'emploi du levier comme moyen de transmettre et d'amplifier la pulsation.

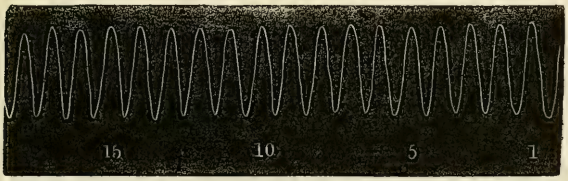
Ma première préoccupation fut de donner à mon instrument toute la sensibilité nécessaire, ce que je ne pouvais obtenir qu'avec une extrême légèreté du levier. Comme, d'autre part, il fallait exercer sur l'artère une pression assez considérable pour obtenir la pulsation, je me suis servi à cet effet d'une pièce tout à fait indépendante, et qui est formée par un long ressort d'acier qui vient appliquer sur l'artère une petite plaque d'ivoire avec une force que l'on peut graduer à volonté. — Les mouvements que cette plaque reçoit des pulsations artérielles sont transmis à la partie inférieure du levier, assez près de son centre de mouvement pour que l'extrémité libre se meuve dans une étendue suffisante.

Tout l'appareil est établi sur une sorte de brassard qui s'adapte à l'avant-bras et en assure la parfaite fixité. Enfin je reçois le tracé sur une petite plaque de verre ou de métal qu'un mouvement d'horlogerie conduit parallèlement au levier et avec une vitesse connue qui sert à évaluer la fréquence du pouls.

L'instrument n'ayant en tout qu'une longueur de 18 centim. et un poids de 240 grammes est aussi portatif qu'on pouvait le désirer.

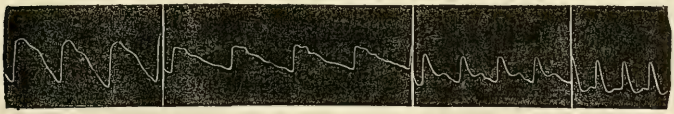
L'inspection comparative des tracés obtenus par la machine de Vierordt et par la mienne est nécessaire pour bien faire comprendre la différence des indications que donnent les deux instruments.

Fig. 1.



La fig. 1 représente un tracé du pouls à l'état de santé donné par Vierordt. Il est facile de reconnaître l'isochronisme des périodes d'ascension et de descente du levier, caractère commun à tous les tracés donnés par le physiologiste allemand.

Fig. 2.



Dans la fig. 2, j'ai réuni bout à bout des tronçons de différents tracés, afin de faire ressortir la variété des indications de mon appareil. Toutes ces formes sont des types physiologiques recueillis dans des conditions de tension artérielle de plus en plus faible.

Il m'a paru convenable de conserver pour mon instrument

le nom de sphygmographe que Vierordt a donné au sien. Ce nom rappellera que ce physiologiste est l'auteur de l'idée primitive d'un appareil à levier applicable à l'étude du pouls chez l'homme.

J'ai fait de nombreuses expériences à l'aide de mon instrument sur l'homme sain et sur le malade. J'ai contrôlé les résultats obtenus, par des études hydrauliques sur le pouls artificiel; je produisais celui-ci avec des tubes élastiques placés dans des conditions hydrauliques que je variais à mon gré. — Je crois pouvoir aujourd'hui tirer de ces expériences les conclusions suivantes que je développerai ultérieurement.

1° Chez un sujet donné la cause principale des changements dans la forme du pouls réside dans l'état de la tension artérielle, celle-ci à son tour est liée à la perméabilité plus ou moins grande des petits vaisseaux.

2° L'état de la tension artérielle modifie le pouls de la manière suivante :

a Si la tensien est forte, l'amplitude des pulsations est faible, leur période d'ascension est plus lente, il n'y a pas de dicrotisme.

b Si la tension est faible, l'amplitude est plus grande, la période d'ascension est très brève et le dicrotisme très prononcé.

3° Les efforts respiratoires, les changements dans l'attitude du sujet, l'application de la chaleur et du froid à la surface du corps, la compression d'une ou plusieurs artères volumineuses amènent des modifications dans la forme du pouls. — Ces modifications s'expliquent fort bien par les changements de tension qui se produisent sous ces influences, elles se reproduisent constamment avec le même caractère lorsqu'on se place exactement dans les mêmes conditions expérimentales.

Séance du 24 mars 1860.

M. S. Cloëz a entretenu la Société, dans cette séance, des résultats avantageux que pourrait offrir la culture d'une plante oléagineuse (*Glaucium flavum*) qui végète dans les terrains incultes des bords de la mer.

Les parties basses des rivages de l'Océan sont généralement recouvertes de matières arénacées, siliceuses et calcaires, dé-

posées par les vagues ou amenées par le vent. On trouve, à l'embouchure des fleuves, une étendue considérable de terrains incultes ainsi constitués. Le plus souvent les dépôts sont formés de sable fin; dans quelques localités seulement le sable est remplacé par des cailloux roulés, plus ou moins volumineux, comme on peut en voir un curieux exemple à l'entrée de la baie de la Somme, entre la pointe du Hourdel et le bourg d'Ault. La côte aride voisine de Cayeux a été formée aux dépens des eaux par les dépôts successifs de galets amenés du pied des falaises calcaires de la Normandie. Son étendue, aujourd'hui, est de cinq à six cents hectares, non compris les *craus*.

Les rivages caillouteux paraissent au premier abord d'une stérilité complète : ils produisent cependant plusieurs espèces de plantes utiles dont on pourrait facilement tirer parti. Tel est, par exemple, le Chou marin (*Crambe maritima*), que l'on cultive dans quelques parties de la Bretagne, et dont on fait servir les jeunes pousses, blanchies, à l'alimentation de l'homme, tandis que les feuilles vertes et les tiges sont destinées à la nourriture des bestiaux.

On rencontre encore sur toute l'étendue des rivages pierreux une belle plante, très-commune le long des côtes, en France, en Angleterre, en Hollande, en Allemagne et jusqu'en Danemark. Cette plante appartient à un genre voisin des Pavots; elle est remarquable par ses grandes fleurs jaunes et ses longs fruits siliqueux. Les botanistes la désignent sous le nom de Glaucie (*Glaucium flavum*); on lui donne vulgairement le nom de *Pavot cornu* ou Pavot à fleurs jaunes. C'est le *yellow horned-poppy* des Anglais. Les habitants de la côte, depuis le Havre jusqu'à Dunkerque, la connaissent sous le nom de *corblet*.

La culture régulière de la Glaucie pourrait être entreprise à peu de frais dans les terrains incultes où cette plante croît naturellement et où elle acquiert un grand développement. Ces terrains sont aujourd'hui sans valeur; leur nature pierreuse, autant que leur grande proximité des bords de la mer, les rend impropres à produire aucune autre plante utile cultivée jusqu'ici.

La Glaucie est une plante rustique très-robuste, qui résiste parfaitement au froid le plus rigoureux de l'hiver, et qui paraît peu sensible à la sécheresse produite par les grandes chaleurs de l'été; elle se plaît dans les terrains pierreux, siliceux ou calcaires, facilement perméables à l'air. On la trouve en abondance au pied de la colline crayeuse du cap Hornu; elle croît encore spontanément à une certaine distance de la mer, sur les talus de la route longeant le chemin de fer entre Abbeville et Noyelles.

La graine, semée en automne à la volée, doit être enfouie par le *binotage*, elle germe au printemps suivant vers le mois de mai; la jeune tige ne fleurit et ne fructifie que la seconde année, dix-huit ou vingt mois après l'enfouissement de la graine.

La culture de la Glaucie appartient à la classe des cultures pérennes. Comme celles du Houblon, de la Luzerne, la racine de la plante est vivace : chaque pied peut durer douze à quinze ans; la première année il produit une seule tige, mais ensuite la plante talle progressivement, en sorte qu'il n'est pas rare de trouver des pieds âgés de cinq ou six ans d'où s'élèvent annuellement dix ou douze tiges, produisant ensemble 60, 80, 100 fruits, et quelquefois même beaucoup plus. Chaque fruit renferme en moyenne $0^{gr.},30$ de petites graines noires un peu plus volumineuses que celles du Pavot.

La récolte du Pavot cornu se fait à la faucille au moment où les fruits commencent à jaunir. Alors que les graines sont déjà noires et que les feuilles du sommet de la tige brunissent et se dessèchent, on secoue immédiatement chaque poignée de tiges au-dessus d'une trémie pour faire tomber une portion de la graine, puis on rassemble cinq ou six poignées pour en faire des bottes qu'on laisse exposées sur le terrain, en faisceaux ou *dizains*, pendant le temps nécessaire à la maturation plus complète de la graine et à la dessiccation des siliques, en sorte que la totalité de la graine se sépare ensuite facilement par des secousses un peu fortes.

Le périsperme charnu du Pavot cornu fournit, comme celui de l'Œillette, par la simple pression, une huile douce, comestible, saponifiable et propre à l'éclairage. L'huile, extraite à

froid, est inodore et insipide ; elle a une couleur jaune-clair ; sa densité est égale à 0,913. Par le repos il s'en sépare à la longue une matière cristallisable présentant tous les caractères de la margarine. La pression à chaud donne un produit plus coloré, possédant une légère odeur qui rappelle celle de la plante ; extraite par l'un ou l'autre procédé, l'huile de Glaucie absorbe lentement l'oxygène de l'air, et, de même que toutes les huiles siccatives, elle ne se solidifie pas par l'action de l'acide hyponitrique.

L'hectolitre de la graine de Glaucie séchée à l'air libre pèse 65^{k},6 ; la dessiccation complète dans une étuve chauffée à 110° lui fait perdre 7,97 ou à peu près 8 pour 100 de son poids d'humidité, qu'elle reprend en partie par une nouvelle exposition à l'air.

1 kil. de graine séchée à 110° renferme 425 gr. d'huile que l'éther enlève facilement et d'une manière complète ; le même poids de la graine, simplement séchée à l'air, cède au même dissolvant 391 gr. d'huile. L'hectolitre de graine pesant 65^{k},6 donnerait 25^{k},65 de substance huileuse, si on parvenait industriellement à l'extraire en totalité. Le procédé de la pression à chaud laisse 8 à 10 centièmes d'huile dans le tourteau, de sorte qu'on ne retire en réalité que 19 ou 20 kil. d'huile par hectolitre de graine.

Le poids de la graine séchée à l'air est au poids de la tige égrenée après la maturité, mais pourvue encore des valves des siliques, dans le rapport de 1 à 3,64. Dans les essais qui ont été faits en petit, la quantité de graine rapportée à l'hectare s'élevant à 655 kil. ou 10 hectolitres, on aura, pour la même étendue de terrain, 2384 kil. de tiges.

La graine fournit 9,32 pour 100 de cendres. Cette quantité équivaut à 61 kil. pour la quantité de graine récoltée par hectare. La tige donne à l'incinération 4,58 pour 100 de résidu, soit 109 kil. par hectare. La culture de la plante enlèverait donc annuellement au sol 170 kil. de substances minérales sur une étendue d'un hectare.

Le résidu de la pression est un engrais puissant ; il retient, avons-nous dit, 8 à 10 centièmes d'huile ; il donne 5,3 pour 100 d'azote, et il laisse par l'incinération 13 centièmes de cendres

très riches en acide phosphorique. Ces nombres se rapportent au tourteau sortant de l'huilerie. Dans cet état, il perd 11 pour 100 d'eau par la dessiccation, ce qui porte la quantité d'azote, dans le produit supposé sec, à 6 pour 100, et les cendres phosphatées à 14,6 pour 100. Le poids du tourteau s'élève à 450 kil. environ par hectare; la proportion d'azote qu'il renferme est de $23^{k},85$.

Les cendres de la tige et de la graine, soumises séparément à l'analyse, ont donné la composition suivante :

	Cendre de la tige.	Cendre de la graine.
Acide carbonique.	6,387	22,394
— sulfurique.	5,894	0,756
— phosphorique.	2,397	11,287
— silicique.	4,150	2,763
Chlorure de sodium.	29,138	1,065
Potasse.	13,821	5,864
Soude.	»	1,591
Chaux.	29,002	38,225
Magnésie.	3,354	5,952
Sesquioxyde de fer.	0,823	5,217
Oxyde de manganèse.	0,019	0,695
Sable et perte.	5,015	4,191
	100,000	100,000

On comprend difficilement *à priori* que la végétation soit possible sur des bancs de galets épais de 6 à 8 mètres. C'est pourtant un fait très simple et facile à expliquer quand on l'a observé. On peut se demander seulement si ce sol aride contient actuellement, dans toute son étendue, les éléments nécessaires à la vie des plantes en quantité suffisante pour une culture régulière. D'un autre côté, on doit se préoccuper du renouvellement de la matière assimilable enlevée annuellement par les récoltes.

La première question d'abord est facile à résoudre. On peut être sûr que partout où les interstices des galets sont remplis de sable amené de la mer par le vent, les éléments indispensables aux plantes y sont en quantité suffisante. On y trouve des débris de coquilles, de Mollusques, de Crustacés, des fragments d'Éponges, des Varechs, etc. L'analyse chimique montre que ce sable renferme environ 10 centièmes de carbonate

de chaux, une proportion notable de phosphate de la même base; les sels alcalins n'y manquent pas. Chauffé dans un tube, il exhale l'odeur des matières animales; bref, il renferme les substances qu'on trouve dans tous les terrains fertiles.

Quant au second point, à savoir l'appauvrissement du sol par l'enlèvement annuel des récoltes, la nature y remédie par le même procédé qu'elle a employé pour le fertiliser : le vent est encore chargé d'amener sur place les matières nécessaires à la durée de la culture. L'épuisement du sol par la culture du Pavot cornu est à craindre seulement dans les endroits où le vent n'amène plus le sable marin calcaire; il faut s'attendre encore à trouver des places moins fertiles où les plantes ne prendront qu'un faible développement. Ce sera le cas alors de suppléer le pourvoyeur naturel et de lui venir en aide par l'emploi des engrais artificiels formés avec les varechs et les débris organiques de toutes sortes rejetés pendant les gros temps en masses énormes tout le long de la côte. Malgré leur abondance, ces matières ne sont pas encore utilisées; les cultivateurs du pays, ne les ayant pas vu employer, n'en connaissent pas la valeur; ils ne se doutent pas qu'on puisse en tirer parti. On pourrait encore utiliser les tourteaux de la graine provenant des récoltes à l'état de mélange avec la cendre des tiges, pour conserver au sol d'une manière économique une fertilité relative en quelque sorte indéfinie.

Il nous manque quelques données pour établir d'une manière certaine le prix de revient de la graine de Glaucie, les essais ayant été faits sur une petite étendue de terrain. Les frais généraux sont très élevés. Pour que l'opération fût avantageuse, il faudrait l'entreprendre sur une grande échelle. On conçoit facilement que les dépenses occasionnées par les constructions, la surveillance, l'entretien et le renouvellement des instruments seraient alors très faibles relativement aux autres dépenses; en d'autres termes, il n'en coûterait pas plus en frais généraux pour exploiter deux cents hectares que pour en cultiver dix. C'est un point essentiel et qu'il ne faut pas perdre de vue; mais on doit remarquer aussi que son importance est subordonnée aux conditions spéciales d'une culture

isolée, indépendante de toute autre culture, et qu'elle s'amoindrirait beaucoup dans le cas d'une culture mixte telle qu'elle pourrait être entreprise par les cultivateurs du pays.

Les frais annuels de culture du Pavot cornu, dans l'hypothèse d'une exploitation de cent hectares, peuvent être évalués approximativement à 110 fr. par hectare, y compris les dépenses générales, la rente de la terre et la somme destinée à amortir le capital dépensé pour établir la plantation. Le prix de revient de l'huile, d'après ces données, se trouve porté à 45 fr. les 100 kil., ou environ 41 fr. l'hectolitre, déduction faite de la valeur des tourteaux. Or la valeur d'une huile dépend de ses qualités et des usages auxquels elle peut servir. L'huile de Glaucie possédant toutes les propriétés de l'huile d'Œillette, il eût été naturel de lui attribuer une valeur égale à celle de ce produit. Sans aller jusque-là, on peut assigner à l'huile de Glaucie la valeur vénale des huiles ordinaires des graines indigènes ; en doublant le prix de revient, on se trouve encore dans les limites des prix ordinaires de la vente. Si l'on adopte ce chiffre pour la valeur vénale de l'huile, on trouve que pour 26 000 fr. environ de capital engagés dans l'entreprise, le bénéfice net annuel serait de 9300 ; ce serait un revenu de plus de 35 pour 100.

En terminant, M. Cloëz signale, comme méritant d'être sérieusement examinées, les propriétés thérapeutiques que certaines personnes attribuent encore aujourd'hui à la Glaucie. Cette plante a figuré anciennement avec honneur parmi les matières médicales. On a prétendu que son suc, pris à l'intérieur, produit le délire et occasionne des convulsions. Ce fait n'est pas impossible, mais M. Cloëz le croit douteux, car il a vu maintes fois employer sans danger une assez forte dose d'une teinture vineuse de la plante en question. Le maire de Cayeux, M. Fournier, a toujours chez lui une provision de ce médicament qu'il emploie avec succès dans plusieurs maladies, mais surtout à titre de vulnéraire pour prévenir les suites fâcheuses des chutes graves et des contusions. Il est permis de n'avoir pas une foi entière dans la puissance de ce médicament, mais il ne faudrait pas non plus le rejeter sans examen, d'autant

plus que l'essai en est simple, peu coûteux, et paraît sans danger ; c'est l'expérience qui doit prononcer.

Séance du 14 avril 1860.

Zoologie. *Caractères généraux de la mammalogie de l'Europe et du nord de l'Amérique et de l'Asie.* — M. Pucheran a fait dans cette séance une communication sur ce sujet, pour compléter une communication faite par lui en 1856. A cette époque il s'était borné à constater que, sous le point de vue de leurs aptitudes locomotrices il existe une extrême analogie entre les divers types de Mammifères, habitant les parties septentrionales de l'ancien et du nouveau continent. Il n'était pas alors en mesure de pouvoir établir quels étaient les caractères zoologiques qui leur sont communs. De nouvelles études lui ayant permis de reconnaître ces caractères, il peut aujourd'hui compléter cette partie de ses recherches. Voici la note qu'il a lue :

Ainsi que le savent les zoologistes, les divers genres de Mammifères habitant le nord de l'ancien continent ont également des espèces dans les parties septentrionales de l'Amérique. Or, quand on examine les types zoologiques que présente cette faune, il est facile de constater, dès le premier coup d'œil, la rareté des Mammifères ongulés, soit de l'ordre des Pachydermes, soit de celui des Ruminants. Les genres du premier de ces ordres sont à peu près étrangers à l'Amérique du Nord (1) ; en Europe, on n'en trouve qu'une seule espèce ; c'est le Sanglier. Parmi les Ruminants, une seule forme se spécialise un peu dans le nord de l'Amérique ; c'est l'*Antilocapra americana*. En Europe, les Bouquetins et Moufflons, de même que le Chamois, habitent les cimes de nos montagnes, mais déjà leurs lieux de séjour avoisinent des régions où se trouvent des espèces et des genres dont les homologues sont répandus dans le midi de l'Asie et en Afrique. L'extension

(1) M. Baird a récemment signalé, dans les États-Unis, la présence du *Dicotyles torquatus* (voy. le 7e volume de l'Exploration de la route du Mississipi au Pacifique, p. 627).

d'habitat des Cerviens et des Boviens est, il est vrai, plus incontestable, mais leur nombre est encore borné à quelques espèces, sans même en excepter le Renne et l'Élan. Un des types européens du genre Cerf, le Daim, paraît même originaire des rives méridionales de la Méditerranée.

L'Europe et le nord de l'Amérique sont donc presque entièrement dépourvus de ces genres de Mammifères dont les membres sont allongés, la formule digitale plus ou moins incomplète, et dont les conques auditives offrent un certain degré de développement.

Cette caractéristique initiale de la faune qui fait le sujet de nos observations, quoique basée sur un résultat négatif, nous indique évidemment que nous ne devons pas nous attendre à trouver, parmi les genres d'Onguiculés spécialement originaires de cette partie de notre globe, des formes semblables à celles des Mammifères ongulés, et qu'ils doivent nous présenter, au contraire, un ensemble de caractères essentiellement différents. Une telle conclusion est, en effet, le résultat de l'observation, ainsi que nous paraissent le prouver les divers faits que nous allons exposer.

L'examen des genres de l'ordre des Carnassiers doit, en premier lieu, attirer notre attention. Les *Ursus* (1) *Meles* (Europe), *Taxidea* (Amérique du Nord), *Mephitis* (id.), *Gulo*, offrent une forme générale lourde et trapue, des membres peu allongés, avec égalité plus complète de ceux de devant et de derrière. Dans tous ces types, la conque auditive est peu développée. Une semblable conclusion est applicable, dans l'ordre des Insectivores, aux espèces de *Talpa* (Europe), *Scalops* (Amérique du Nord), *Condylura* (id.), *Mygale* (Europe), *Galemys* (id.), et *Erinaceus* (Europe). Dans l'ordre des Rongeurs, enfin, les *Arctomys*, *Castor*, *Fiber* (Amérique du Nord) *Arvicola*, *Cricetus* (Europe) *Hystrix* (id.), *Erethizon* (Amérique du Nord), *Spalax* (Europe), *Siphneus* (Europe), etc., ne diffèrent point, par leurs caractères, des divers types de Carnassiers et Insectivores dont nous venons de citer les noms.

(1) Les genres dont nous n'indiquons pas l'habitat font partie des deux faunes.

Parmi les Mammifères de l'Europe et de l'Amérique du Nord, il se trouve cependant des espèces appartenant à des genres dont l'examen conduit à établir une diagnose différente de celle que nous venons de formuler. Il en est ainsi, dans l'ordre des Carnassiers, des *Mustela*, *Putorius*, *Genetta* (Europe), *Vulpes*, *Canis*, *Felis*, *Lynx*; dans celui des Rongeurs, du genre Rat; dans celui des Insectivores, de certains Soricidés. Mais nous avons déjà fait observer, à cette occasion, que lorsque, comme, par exemple, pour la Genette d'Europe et la Mangouste de Pharaon, les espèces habitant les régions dont la faune nous occupe en ce moment n'étaient pas aussi peu nombreuses que le sont les Ongulés, elles faisaient partie de genres, sinon toujours, au moins très souvent, cosmopolites. Or, il en est sûrement ainsi de presque tous ceux dont il vient d'être question.

Les mêmes observations nous paraissent applicables aux types de Mammifères grimpeurs. L'Europe possède, en effet, quelques espèces de *Myoxus*, mais elle est peu riche en Écureuils et Polatouches. Les premiers, il est vrai, sont plus nombreux dans l'Amérique du Nord, mais il n'est aucun zoologiste qui ne sache que ce genre Écureuil est excessivement répandu sur la surface du globe.

Nous avons déjà cité dans notre première communication les faits principaux que nous venons de rappeler. Ajoutons maintenant que, lorsque dans ces espèces, les unes européennes, les autres originaires de l'Amérique du Nord, on examine certains caractères, on ne tarde pas à se convaincre qu'ils éprouvent fréquemment des modifications qui ne permettent pas de les assimiler complétement à leurs congénères d'une faune différente. Ainsi, dans le genre Hérisson, celui d'Europe a des oreilles moins allongées que son homologue d'Algérie, qui, sous ce point de vue, ressemble plus à ceux des autres parties de l'Afrique. Dans la famille des Soricidés, les genres dont les conques auditives sont très développées sont moins représentés en Europe et dans le nord de l'Amérique. Aussi, sommes nous persuadé que, plus on examinera avec attention, soit dans leurs caractères, soit dans leurs mœurs, les types spécifiques de Mammifères de ces deux par-

ties du monde, faisant partie des genres dont la distribution géographique est très étendue, plus on aura occasion de constater qu'ils présentent fréquemment quelques-unes des formes qui sont spéciales à cette faune. Nous pouvons, pour confirmer la réflexion que nous venons d'émettre, citer encore, comme exemples, les deux Lièvres, originaires de l'Amérique du Nord, auxquels M. Bachman a imposé les dénominations de *Lepus aquaticus* et de *Le pus palustris*.

Nous nous croyons dès lors autorisé à conclure que les Mammifères habitant d'une manière spéciale l'Europe et l'Amérique du Nord sont caractérisés :

1° Par des formes générales lourdes ;

2° Par la tendance à l'égalité de longueur de leurs deux paires de membres, presque toujours courts et trapus ; disposition qui s'harmonise avec celle de la forme générale, et qui coïncide avec une formule digitale complète, les doigts étant, en avant comme en arrière, au nombre de cinq, et offrant la même uniformité dans leurs rapports avec les régions métacarpienne et métatarsienne ;

3° Par le faible développement des conques auditives, dont les divers états d'ampleur sont le plus souvent, ainsi que l'ont prouvé les diverses observations auxquelles nous venons de nous livrer, en rapport avec l'allongement des membres (1), et principalement des membres postérieurs.

Nous ne reviendrons pas sur les indications relatives aux habitudes motrices des divers types de la faune dont nous nous occupons : nous les avons, en effet, signalés dans notre premier travail ; elles sont d'ailleurs essentiellement en rapport avec les caractères zoologiques que nous venons de formuler. Il nous paraît également de toute évidence que, soit en Europe, soit dans le nord de l'Amérique, la manifestation de ces deux ordres de faits s'harmonise avec la constitution du sol dans ces deux parties du monde.

(1) Le même rapport pourrait bien exister entre l'œil et les membres : c'est un sujet d'études que nous nous bornons maintenant à signaler, les observations que nous avons faites à cet égard nécessitant surtout, pour être confirmées ou infirmées, l'examen de ces organes dans la classe des Invertébrés.

C'est à l'aide d'un semblable rapport qu'il nous paraît également possible d'expliquer comment il existe un véritable antagonisme de caractères entre les Mammifères africains, d'une part, et ceux de l'Amérique du Nord et de l'Europe, d'autre part. Dans la première région, en effet, nous trouvons un sol plus aride et plus sablonneux; dans la seconde, un sol plus humecté, plus sillonné de rivières et de fleuves. Rien d'étonnant, dès lors, que, dans les Mammifères qui habitent ces derniers lieux, les membres soient moins allongés.

Ce qui nous paraît, en second lieu, démontrer encore d'une manière moins contestable cette corrélation entre les caractères généraux d'une faune et la constitution du sol qu'elle habite, c'est l'observation des faits que nous présentent les parties septentrionales du continent asiatique. Dans le nord de l'Asie, en effet, nous retrouvons le désert, et le désert sans la température élevée du continent africain. Aussi voyons-nous se manifester des types de Mammifères chez lesquels les membres, surtout les postérieurs, et la conque auditive offrent le degré de développement si particulier à la mammalogie africaine. Il en est ainsi des Gerboises et Gerbilles, ainsi du genre Cheval. On sait que, lorsque la température moyenne des lieux éprouve des modifications, de nouveaux genres et de nouvelles espèces viennent prendre place à côté de ceux déjà existants. Nous pouvons ajouter à cette cause celle relative à l'apparition d'un changement dans la nature du sol, et les exemples que nous venons de citer nous semblent de nature à justifier notre nouvelle assertion.

Il nous paraît évident, par ces divers faits, que la manifestation de nouvelles formes dans la faune contemporaine du nord de l'Asie se trouve présenter de l'analogie avec le mode d'apparition de nouvelles espèces et de nouveaux genres dans les terrains qui forment l'écorce du globe. La nécessité de comparer ceux-ci avec les types vivants actuellement en Europe et dans le nord de l'Amérique et de l'Asie nous paraît même de nature à faire poser la question des analogies et différences qu'ils peuvent offrir d'une manière beaucoup plus large qu'elle ne l'a été jusqu'ici. Il nous semble nécessaire, en effet, non-seulement de signaler quels sont les types qui n'existent

plus maintenant, mais de voir s'ils présentaient ou ne présentaient pas, d'ensemble dans leurs formes et, par suite, dans leurs habitudes, des caractères différents de ceux qui nous sont offerts par leurs congénères actuels. En ce qui concerne l'Europe et le nord de l'Amérique, par exemple, les Ongulés fossiles ne sont-ils pas plus nombreux que les Onguiculés? Tel nous semble être un des côtés par lequel peut être abordé ce grand problème de la perpétuité ou de l'immutabilité des formes dans le règne animal.

Ajoutons, en terminant, que lorsque l'on compare, dans l'ancien continent, les deux faunes mammalogiques du midi et du nord, on constate qu'elles offrent dans leurs appareils locomoteurs de véritables différences. A la mammalogie des régions méridionales appartiennent principalement les genres chez lesquels les membres présentent, soit en avant, soit en arrière, plus de longueur et un développement plus marqué. Ils deviennent dès lors, par leurs habitudes, ou grimpeurs ou essentiellement marcheurs, comme les Ongulés. C'est à des observations ultérieures à fixer la proportion relative des types doués de ces deux modes de locomotion en Afrique, dans le midi de l'Asie et les archipels qui l'avoisinent. En Amérique, la même conclusion nous paraît exacte; mais la dernière question que nous venons de poser devient plus difficile à résoudre, par suite de la nécessité, où se trouve le zoologiste qui veut l'aborder, de porter son attention sur les caractères de dégradation qui lui sont offerts par les Mammifères de l'Amérique méridionale.

Séance du 21 *avril* 1860.

CHIMIE ORGANIQUE. *Sur une nouvelle série de composés organiques; le quadricarbure d'hydrogène et ses dérivés.* — M. Berthelot a fait la communication suivante :

1. Les deux gaz hydrocarbonés les plus simples sont le gaz des marais représenté par la formule C^2H^4
et le gaz oléfiant représenté par la formule C^4H^4.

On sait que le gaz des marais est également désigné sous le nom de protocarbure d'hydrogène, parce qu'il est le moins riche en carbone de tous les carbures d'hydrogène. Le gaz olé-

fiant a reçu le nom de bicarbure d'hydrogène, parce qu'il renferme une proportion de carbone double du précédent unie à la même proportion d'hydrogène. Par suite des progrès de la chimie organique, chacun de ces deux carbures est devenu le type d'une suite de carbures d'hydrogène, représentés par une même formule générale. Au gaz des marais répondent les carbures $C^{2n}H^{2n+2}$;
au gaz oléfiant, les carbures $C^{2n}H^{2n}$.

Enfin, chacun de ces nombreux carbures donne naissance, par ses métamorphoses, à un alcool, à des aldéhydes, à des acides, à des combinaisons chlorurées, bromurées, etc., en un mot, à toute une série de dérivés dont la multitude s'accroît chaque jour à la suite de nouvelles découvertes.

Je viens aujourd'hui faire connaître le résultat de mes recherches sur un troisième hydrogène carboné, gazeux comme les deux précédents, représenté par une formule aussi simple, et qui paraît destiné à devenir le type d'une série générale non moins nombreuse et non moins importante : c'est l'*acétylène* ou *quadricarbure d'hydrogène*, représenté par la formule C^4H^2,
prototype des carbures $C^{2n}H^{2n-2}$.

2. L'acétylène se produit toutes les fois que l'on fait passer dans un tube chauffé au rouge le gaz oléfiant, la vapeur de l'alcool, de l'éther, de l'aldéhyde et même celle de l'esprit de bois. Il prend naissance lorsqu'on fait agir à la même température la vapeur du chloroforme sur le cuivre métallique ; enfin il fait partie du gaz de l'éclairage. Dans ces conditions si diverses et dont la multiplicité même atteste la stabilité de l'acétylène et l'intérêt qui s'attache à son étude, j'ai obtenu ce gaz, je l'ai isolé à l'état de pureté, et j'ai constaté sa nature par l'analyse. C'est l'éther qui le fournit en plus grande quantité.

3. Quelles que soient les circonstances de sa production, l'acétylène est mélangé avec une grande proportion de gaz étrangers, et il doit être engagé d'abord dans une combinaison particulière dont la décomposition ultérieure le fournit à l'état de pureté.

Cette combinaison est identique avec un composé rouge et détonant, découvert par M. Quet en 1858 en faisant agir une

solution ammoniacale de protochlorure de cuivre sur les gaz obtenus dans la décomposition de l'alcool par l'étincelle électrique ou par la chaleur. Ce composé a été également examiné par M. Böttger ; mais aucun de ces deux chimistes n'a analysé le gaz qu'il dégage lorsqu'on le dissout dans l'acide chlorhydrique.

Ce gaz est précisément l'acétylène.

Voici ses propriétés.

4. L'acétylène est un gaz incolore, assez soluble dans l'eau, doué d'une odeur désagréable et caractéristique. Mêlé au chlore, il détone presque aussitôt avec dépôt de charbon, même sous l'influence de la lumière diffuse ; il brûle avec une flamme très éclairante et fuligineuse. Je n'ai réussi à le liquéfier ni par le froid, ni par la pression. Sa densité est égale à 0,92. Un volume d'acétylène, brûlé dans l'eudiomètre, fournit deux volumes d'acide carbonique, en absorbant deux volumes et demi d'oxygène. Ces résultats, joints à la densité, déterminent la formule de l'acétylène C^4H^2.
Cette formule représente 4 volumes. Elle donne lieu à plusieurs remarques essentielles. En effet, on voit d'abord que l'acétylène est le moins hydrogéné parmi tous les carbures d'hydrogène gazeux, circonstance qui s'accorde avec sa grande stabilité.

Sa composition centésimale est la même que celle de la
benzine $C^{12}H^6$,
du styrol $C^{16}H^8$
et du stilbène $C^{28}H^{14}$;
mais tous ces principes sont liquides et leur vapeur est plus condensée.

Enfin l'acétylène C^4H^2
ne diffère de l'aldéhyde $C^4H^4O^2$
et du glycol $C^4H^6O^4$
que par les éléments de l'eau. — Je n'ai pas réussi à l'obtenir à une basse température avec ces deux substances.

5. Venons à l'étude des propriétés chimiques de l'acétylène. On peut les résumer en un mot, en disant que ce carbure possède la plupart des propriétés essentielles du gaz oléfiant, dont

il diffère seulement par deux équivalents d'hydrogène ; il fournit des dérivés parallèles en s'unissant au brome, à l'acide sulfurique, aux éléments de l'eau, enfin à l'hydrogène. Il serait facile de généraliser les prévisions fondées sur ces premiers résultats en envisageant terme à terme chacun des dérivés du gaz oléfiant.

Je n'insisterai pas ici sur le *bromure d'acétylène ;* je reviendrai également plus tard sur l'analyse des composés que l'acétylène forme avec le protochlorure de cuivre, avec les azotates d'argent et de mercure, et sur l'analyse des composés semblables que j'ai découverts entre le gaz oléfiant et les sels d'argent et de mercure.

L'étude de ces composés me paraît jeter un jour nouveau sur la constitution des fulminates.

L'acide acétylsulfurique mérite une attention toute particulière. Cet acide se prépare au moyen de l'acétylène, exactement comme l'acide éthylsulfurique au moyen du gaz oléfiant. Dans un cas comme dans l'autre, l'absorption du gaz s'effectue seulement au moyen de l'acide concentré et avec le concours d'une agitation violente et continue, prolongée pendant un temps très long. Pour absorber un litre d'acétylène il faut même plus de temps que pour le gaz oléfiant : un litre d'acétylène exige près d'une heure et de 4 000 secousses.

L'absorption terminée, on étend l'acide d'eau avec beaucoup de précaution, et on sature par le carbonate de baryte. En évaporant, on obtient un sel très bien cristallisé, l'*acétylsulfate de baryte.*

Au lieu de saturer par le carbonate de baryte, on peut distiller ; on obtient ainsi par des rectifications systématiques un liquide particulier, un peu plus volatil que l'eau, très altérable, doué d'une odeur analogue à l'acétone, mais extrêmement irritante. Ce liquide est soluble dans 10 à 15 parties d'eau. Le carbonate de potasse le précipite de sa solution aqueuse ; mais le chlorure de calcium ne paraît pas avoir la même efficacité. Je regarde ce liquide comme l'*alcool acétylique* $C^4H^4O^2$, lequel diffère de l'alcool ordinaire $C^4H^6O^2$ par deux équivalents d'hydrogène.

Je me borne à signaler ici l'existence de tous ces composés;

les difficultés que présente la préparation de quantités un peu considérables d'acétylène m'ont empêché jusqu'à présent de les étudier avec détail ; je me réserve d'y revenir.

6. Je terminerai en établissant une relation nouvelle entre l'acétylène et le gaz oléfiant, fondée sur leur transformation réciproque. J'ai dit plus haut comment le gaz oléfiant et ses hydrates (alcool, éther) fournissent de l'acétylène ; mais ce rapprochement n'est établi que sur des phénomènes de destruction compliquée et opérée à la température rouge. J'ai réussi à opérer la transformation réciproque à une basse température, c'est-à-dire à changer l'acétylène en gaz oléfiant :

$$\underset{\text{Acétylène.}}{C^4H^2} + H^2 = \underset{\text{Gaz oléfiant.}}{C^4H^4}$$

Il suffit de traiter par l'hydrogène naissant la combinaison qui résulte de l'action de l'acétylène sur le protochlorure de cuivre ammoniacal. J'ai fait plusieurs essais infructueux avant d'arriver au but. L'hydrogène naissant développé dans une liqueur acide n'a pas fourni de résultats convenables. Mais il en a été tout autrement de l'hydrogène naissant produit par la réaction du zinc sur l'ammoniaque en présence du composé acétylcuivreux. Dans ces conditions, il se dégage un gaz très riche en gaz oléfiant, lequel demeure mélangé avec de l'hydrogène et un peu d'acétylène. On isole le gaz oléfiant et on le purifie par un procédé particulier que j'ai découvert et qu'il serait trop long d'exposer ici. Puis on soumet à l'analyse eudiométrique le gaz oléfiant obtenu dans un état de pureté parfaite.

Deux points sont à remarquer ici : 1° la méthode employée pour développer l'hydrogène naissant dans une liqueur alcaline et en présence du composé organique ; cette méthode me paraît susceptible d'applications très étendues ; 2° la relation définie entre l'acétylène et le gaz oléfiant, relation qui achève de fixer la place du premier carbure d'hydrogène dans la classification systématique des composés organiques. C'est le point de départ de la série acétylique, parallèle à celle des dérivés de l'alcool ordinaire.

La série acétylique est surtout intéressante par la simplicité de sa composition et par sa construction systématique entière-

ment fondée sur la synthèse. En effet, elle dérive régulièrement de son carbure d'hydrogène fondamental, l'acétylène, et ce carbure lui-même peut être obtenu, soit avec le gaz oléfiant et ses dérivés, soit avec l'esprit de bois et le chloroforme, c'est à-dire avec les dérivés du gaz des marais. Or, j'ai établi que le gaz des marais et le gaz oléfiant peuvent être formés par la combinaison des corps simples qui les constituent ; la même démonstration s'applique donc à l'acétylène et à toutes les combinaisons que ce carbure forme à son tour par voie synthétique.

Séance du 31 *mars* 1860.

Zoologie. *Nouveau genre de Mollusque gastéropode.* — M. Hupé, aide naturaliste au Muséum d'histoire naturelle, propose, dans la note suivante, communiquée à la Société, l'établissement d'un nouveau genre de Gastéropodes sous le nom de *Galeropsis.*

Tout en reconnaissant combien l'on doit être réservé dans l'établissement de coupes génériques nouvelles et les inconvénients qui résultent de leur multiplicité exagérée, nous avons dû, pour l'objet dont il va être question, faire une sorte de violence à ces principes en nous décidant à établir celle-ci; car, il faut bien le reconnaître, il n'y aurait pas moins de danger à vouloir forcer les rapports qui doivent nécessairement exister entre toutes les espèces d'un même genre en y introduisant des formes qui ne s'y rallient que très imparfaitement et qui ont, d'ailleurs, pour résultat d'infirmer les genres déjà acceptés de tout le monde, en affaiblissant leur valeur par une extension arbitraire et forcée.

La coquille fossile qui fait le sujet de cette étude appartien à la classe des Gastéropodes, dans l'embranchement des Mollusques ; elle a tout à fait l'apparence d'un Cabochon (*Pileopsis*) ; mais, quand on l'examine avec plus d'attention, on ne tarde pas à reconnaître que, soit à cause de la présence d'une columelle à l'ouverture, soit par son mode d'enroulement, elle doit évidemment rentrer dans le groupe des Mollusques de la famille des Purpurifères. Elle offre, en effet, une certaine analogie avec quelques espèces singulières du genre Pourpre et

notamment avec les *Purpura madreporarium*, Brod.; *Purpura monodon*, Quoy, etc., lesquelles, par suite de l'habitude qu'elles ont de vivre enfoncées dans les Madrépores, se déforment plus ou moins, et perdent ainsi la régularité de leur forme primitive.

Notre nouveau genre pourrait donc, jusqu'à un certain point, être considéré comme l'exagération des caractères présentés par les espèces que nous venons de citer, mais nous ne pensons pas qu'il y ait lieu d'en faire une assimilation générique complète, et nous n'indiquons ces rapports que pour fixer d'une manière plus précise la place qu'il doit occuper dans la nombreuse série des Gastéropodes; c'est donc auprès des genres Pourpre, Concholépas, etc., qu'il devra prendre rang.

Les caractères que l'on peut assigner à notre nouvelle coupe générique peuvent être exprimés ainsi :

« Coquille capuliforme, subconique, convexe en dessus, concave en dessous; spire courte, à peine distincte; dernier tour très grand, irrégulièrement convexe en dessus; ouverture très ample, dilatée, à bords continus et flexueux; columelle large, aplatie, peu concave au milieu et pourvue à sa base d'une saillie dentiforme obtuse; point d'échancrure terminale, mais un léger sinus. »

Nous ne connaissons jusqu'à présent qu'une seule espèce appartenant à ce genre, elle est à l'état fossile et provient des terrains tertiaires de l'étage des faluns, probablement du bassin de la Gironde; l'individu qui nous a servi de type fait partie de la collection de M. Léon de Lavenay, amateur distingué de conchyliologie, auquel nous la dédions sous le nom de *Galeropsis Lavenayanus*, Hupé.

Séance du 5 mai 1860.

Chimie. *Présence du chlore et du soufre dans le caoutchouc naturel ou manufacturé.* — Voici le résumé d'une communication faite à la Société dans cette séance par MM. S. Cloëz et A. Girard.

Parmi les nombreux procédés pouvant servir à déterminer le chlore et le soufre dans les matières organiques, les chimistes font souvent usage de celui qui consiste à brûler la matière au

moyen d'un nitrate alcalin en fusion; cette méthode est très convenable quand il s'agit d'une simple reconnaissance ou d'un dosage rapide; plusieurs expérimentateurs l'ont employée récemment pour l'analyse du caoutchouc; mais on a cru reconnaître qu'elle ne présente pas des garanties suffisantes d'exactitude pour le dosage de quantités minimes de chlore et de soufre. On conçoit, en effet, que pendant la combustion, une partie du caoutchouc brûlant à la surface du nitrate fondu, le chlore et le soufre que la matière peut renfermer sous la forme de produits volatils ou susceptibles de le devenir par suite de réactions secondaires, se trouvent partiellement perdus; dans quelques cas même, lorsque ces corps sont peu abondants, on peut, en opérant de cette façon, n'en retrouver dans le nitrate alcalin que des traces insensibles. Ce procédé conduit en outre à confondre dans un même dosage le chlore et le soufre contenus dans le caoutchouc naturel, et les mêmes éléments ajoutés intentionnellement à l'état de chlorure de soufre, dans le but d'obtenir la vulcanisation.

Pour parer surtout à ce dernier inconvénient, on a proposé récemment une méthode qui permettrait, d'après son auteur, de distinguer le chlore et le soufre existant naturellement à l'état salin dans le caoutchouc, de la portion des mêmes corps désignée sous les noms de chlore et de soufre élémentaires et dont on a cru pouvoir attribuer l'origine au chlorure de soufre. La méthode consiste à distiller le caoutchouc à une température inférieure à 350° et à diriger les produits volatils dans un tube chauffé au rouge que traverse également un courant d'air; au sortir du tube, les gaz se rendent dans l'eau distillée où ils abandonnent, entre autres produits, l'acide chlorhydrique qu'ont pu engendrer les produits chlorés volatils.

Le but de cette note est de montrer que si le premier procédé dont nous venons de parler ne donne pas toujours des résultats d'une exactitude rigoureuse, il est cependant préférable au second, si l'on a soin surtout d'opérer comparativement. A notre avis, disent les auteurs, il est indispensable de déterminer quantitativement le chlore et le soufre dans le caoutchouc naturel ou manufacturé, et l'on s'exposerait à de graves erreurs si l'on admettait que ce n'est pas la proportion, mais

l'existence de ces éléments qu'il faut chercher à établir. On a avancé que *du moment où l'expérience constate quelque proportion que ce soit de chlore ou de soufre élémentaires dans un produit fabriqué avec du caoutchouc, quelques propriétés qu'il présente d'ailleurs, l'addition du chlorure de soufre est démontrée.* Cette proposition, inadmissible en principe, est en réalité une grosse erreur. Pour le prouver, il nous suffira d'établir que tous les échantillons de caoutchouc naturel existant dans le commerce, tous ceux du moins sur lesquels nous avons expérimenté, non-seulement renferment du chlore et du soufre à l'état de combinaisons minérales que l'on retrouve dans les cendres, mais encore dégagent, à une température voisine de 250°, de l'acide sulfhydrique et de l'acide chlorhydrique, dont il est facile de constater l'existence en quantité notable dans les produits de la distillation.

Ce fait pouvait être prévu, d'après la composition du caoutchouc et la nature des cendres qu'il laisse par l'incinération; en effet, les analyses immédiates les plus anciennes, celles de Faraday notamment, démontrent que le caoutchouc renferme une grande proportion de matières azotées; d'après les recherches de M. Payen, on trouve même dans le caoutchouc naturel trois espèces différentes de ces matières. Or, les chimistes savent que la plupart des produits azotés de l'organisation renferment du soufre parmi leurs éléments; l'albumine, le gluten en sont des exemples bien connus; d'un autre côté, l'analyse fait reconnaître dans les cendres du caoutchouc la présence de divers chlorures et de la magnésie, et l'on sait qu'en chauffant des sels de magnésie hydratés et des chlorures, il se forme du chlorure de magnésium qui se décompose partiellement, même à une température peu élevée, en magnésie et en acide chlorhydrique; dans le cas où une matière organique azotée est en présence, il se forme du chlorhydrate d'ammoniaque.

Les considérations qui précèdent nous ont conduits, ajoutent MM. C. et G., à penser *à priori* que le caoutchouc naturel devait donner à la distillation du chlore et du soufre; l'expérience a démontré l'exactitude de nos prévisions.

Nous avons opéré sur des substances de diverses provenan-

ces, sur des *poires* du Para, sur le caoutchouc d'Afrique lavé, sur le caoutchouc dit *Ceara*, enfin sur des échantillons divers de caoutchouc enfermées depuis nombre d'années dans des collections particulières et de provenances inconnues; dans tous les cas nous avons reconnu :

1° Qu'il suffisait de chauffer dans un tube fermé par un bout du caoutchouc naturel, et d'exposer à l'orifice du tube une petite bande de papier imprégné d'acétate de plomb, pour que celui-ci, noircissant rapidement, indiquât la présence du soufre dégagé à l'état d'hydrogène sulfuré ;

2° Qu'en incinérant ces échantillons, on retrouvait dans les cendres de l'acide sulfurique, du chlore en quantité très faible, des traces de chaux et enfin de la magnésie; en opérant sur les mêmes échantillons, après qu'ils ont subi le lavage entre des cylindres de fer, nous avons vu qu'aucun de ces produits n'avait disparu, mais qu'au contraire l'acide sulfurique, le chlore, la chaux et le fer avaient augmenté, résultat facile à comprendre, par suite de l'incorporation à la masse des sels que renfermait l'eau employée au lavage et du fer abandonné par les cylindres;

3° Qu'en distillant au bain d'huile à 250° les caoutchoucs naturels ou lavés que nous avons cités, dirigeant les produits de la distillation en même temps qu'un faible courant d'air dans un tube chauffé au rouge vif, et faisant passer le mélange de gaz et de vapeurs à travers deux tubes à boules contenant de l'eau distillée, celle-ci contient après deux heures de chauffe une quantité notable d'acide chlorhydrique ; il suffit en effet de précipiter par l'azotate d'argent, de séparer par décantation le liquide du dépôt, et de faire bouillir celui-ci avec de l'acide azotique, pour trouver à côté du cyanure d'argent soluble du chlorure d'argent facile à reconnaître par son insolubilité dans l'acide nitrique bouillant, sa solubilité dans l'ammoniaque et sa fusibilité sous l'influence de la chaleur.

Des faits précédents il résulte que le caoutchouc naturel ou lavé fournit à la distillation des produits sulfurés et chlorés, la présence du soufre s'expliquant aisément par l'existence de matières azotosulfurées dans le caoutchouc, celle du chlore par la nature des substances salines que ce produit renferme;

dès lors, et eu égard surtout à la petite quantité de substance sur laquelle peuvent se faire ces déterminations, il serait inexact d'admettre qu'un échantillon d'un produit fabriqué avec du caoutchouc a été vulcanisé par le chlorure de soufre, parce qu'il donne à la distillation des produits sulfurés ou chlorés ; on doit toujours s'assurer d'abord que l'objet présente tous les caractères de la vulcanisation, et s'attacher ensuite à déterminer exactement et par comparaison les proportions de soufre et de chlore contenues dans le caoutchouc naturel et dans celui qui a passé par les diverses phases de la fabrication.

Géométrie. — M. Mannheim a exposé devant la Société, dans la même séance, la solution de la question suivante :

Un polygone se déplace dans son plan, en restant semblable à lui-même ; on donne les centres de courbure de la courbe enveloppe d'un des côtés et des courbes décrites par les extrémités de ce côté ; on demande le centre de courbure de la ligne décrite par un sommet quelconque du polygone, ainsi que celui de la courbe enveloppe d'un des côtés.

M. M. montre ce que devient cette solution dans le cas particulier où l'on considère une droite mobile, de longueur variable, que l'on partage toujours dans un rapport constant.

Il annonce que la solution développée aujourd'hui se déduit de recherches générales, qu'il donnera plus tard, et qui sont relatives à l'étude d'un polygone plan déformé d'une manière quelconque. Ces recherches conduisent à certaines propriétés vraies pour les polygones sphériques et pour des polygones géodésiques tracés sur une surface quelconque.

Mécanique. — La communication suivante a été faite à la Société dans la même séance par M. de Tessan :

« Il y a quinze jours, il s'est produit ici quelques objections contre les conclusions d'une note que j'avais présentée à l'Académie des sciences, concernant la proposition de statique relative au transport d'un couple. Comme ces mêmes objections s'étaient produites quelques jours auparavant à l'Académie, j'y avais répondu par une seconde note qui n'a pu être insérée dans les Comptes rendus : je demande à la Société la permission de résumer ici cette réponse.

» J'avais montré dans ma première note : — 1° que la pro-

position relative au transport d'un couple était fausse dans le cas du mouvement varié lorsqu'on suppose nulles les forces d'inertie; — 2° que cette proposition n'était vraie que dans l'état d'équilibre des forces prises en considération; — 3° que la démonstration était toujours fausse, en ce qu'elle viole un principe essentiel de mécanique, le principe de M. Duhamel.

» On ne conteste pas le premier point; mais on objecte contre le second que la proposition est vraie dans le cas du mouvement varié, lorsque l'on tient compte des forces d'inertie; et, quant au troisième point, on se borne à affirmer que la démonstration ne pèche en rien contre le principe de M. Duhamel.

» La proposition est certainement vraie dans le cas du mouvement varié, lorsqu'on tient compte des forces d'inertie; puisque alors ces forces font constamment équilibre aux forces du couple, et que la proposition est toujours vraie dans l'état d'équilibre des forces prises en considération. Cette objection ne prouve donc rien contre le second point : elle le confirme.

» De plus, on oublie en la faisant qu'il s'agit ici d'une proposition de statique, c'est-à-dire d'une proposition formulée à un moment où l'élève ignore encore l'existence de ces forces d'inertie et l'équilibre qu'elles font aux forces du couple, notions qui lui sont données seulement dans la dynamique, laquelle suppose la connaissance déjà acquise de la statique; notions qu'il est dès lors impossible d'introduire dans cette dernière science.

» Mais cette objection prouve que la démonstration, qui ne tient aucun compte de ces forces d'inertie, nécessaires cependant à l'exactitude de la proposition, ne saurait être exacte, à moins que son exactitude ne soit indépendante de la valeur de ces forces. Or, on ne conteste pas que la proposition ne soit fausse dans le cas du mouvement varié, lorsqu'on suppose nulles les forces d'inertie : la démonstration est donc fausse dans ce cas et par suite fausse dans tous les cas.

» On objecte toutefois contre cette conclusion que les forces d'inertie ne peuvent être supposées nulles dans le mouvement varié, parce que les vitesses seraient alors infinies. Mais il importe peu en statique que les vitesses soient finies, infinies ou

nulles, puisque cette science ne s'en occupe pas et qu'elle ne peut s'en occuper, puisqu'elle s'occupe exclusivement des forces qui ne sont altérées en rien par les vitesses finies, infinies ou nulles qu'elles peuvent produire. C'est là, il est vrai, une abstraction irréalisable; mais ce n'est pas la seule en mécanique. Celle du *point matériel*, celle d'un lien *linéaire immatériel*, etc., ne le sont pas moins, et cela n'empêche pas d'en faire usage. Cette objection n'a donc pas de valeur en statique; et la démonstration de la proposition relative au transport d'un couple reste nécessairement fausse.

» Il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer, en outre, que, dans l'état d'équilibre d'un couple au transport duquel cette démonstration s'applique également bien, les forces d'inertie sont nulles; que, malgré cela, la démonstration ne tient aucun compte des forces données qui maintiennent alors l'équilibre; et que la proposition est alors certainement vraie. En sorte que, sans que la démonstration en dise rien, ce seraient tantôt les forces d'inertie et tantôt des forces données, dont elle ne tient nul compte, qui la rendraient exacte : ce qui serait au moins très bizarre, si ce n'était une erreur.

» Mais, nous l'avons vu, la démonstration est fausse; et, en l'examinant de près, on voit facilement que cela tient à ce qu'elle viole le principe de M. Duhamel.

» Je terminais en disant que la statique, dans l'impossibilité où elle est de tenir compte des forces d'inertie, cause de la place qu'elle occupe dans l'enseignement de la mécanique, devrait ne traiter que des questions où les forces considérées sont à l'état d'équilibre et où par conséquent les forces d'inertie sont nulles d'elles-mêmes; et laisser à la dynamique, qui seule peut les traiter, les questions où les forces d'inertie ne sont pas nulles. Il suffit en effet à tous les besoins de la mécanique que les propositions de la statique soient vraies dans l'état d'équilibre; puisque par le principe de d'Alembert toutes les questions de dynamique sont ramenées à des questions d'équilibre; ou, ce qui revient au même, puisque, dans le mouvement varié des corps, il y a toujours équilibre entre les forces d'inertie et les forces données C'est aux professeurs à juger si cette lé-

gère modification n'éviterait pas à leurs élèves bien des difficultés et ne dissiperait pas beaucoup d'obscurités.

» S'il est peu intéressant, relativement aux progrès de la science, qu'une démonstration soit vraie ou fausse, pourvu que la proposition soit toujours vraie dans ses aplications au mouvement des corps réels, il n'en est pas de même relativement à l'enseignement de cette science : sous ce rapport une démonstration fausse a de graves inconvénients, et sa rectification me semble avoir quelque importance et mériter l'attention des auteurs et des professeurs. »

GÉOMÉTRIE. — M. Paul Serret communique les théorèmes suivants :

1. *Un quadrilatère gauche étant circonscrit à une surface du second degré, les points de contact des côtés sont situés dans un même plan.*

La démonstration résulte, *géométriquement*, du théorème segmentaire de Newton et de la théorie des transversales; *analytiquement*, de l'équation *générale*

$$(a\mathrm{A}+b\mathrm{B}+c\mathrm{C}+d\mathrm{D})^2+m.\mathrm{AC}+n.\mathrm{BD}=0$$

des surfaces du second degré inscrites dans un quadrilatère ABCD; a, b, c, d, m et n désignant *six* paramètres arbitraires; et les plans des angles successifs du quadrilatère étant représentés par les équations $0=\mathrm{A}=\mathrm{B}=\mathrm{C}=\mathrm{D}$. L'équation du *plan des points de contact* est alors :

$$a\mathrm{A}+b\mathrm{B}+c\mathrm{C}+d\mathrm{D}=0.$$

2. Corollaire. *Un hexagone gauche étant circonscrit à une surface du second degré, et les points de contact de* cinq *des côtés étant situés dans un même plan : ce plan contient aussi le* sixième *point de contact; et les diagonales, joignant les sommets opposés de l'hexagone, se coupent en un même point.*

3. *Toute surface présentant deux modes distincts de génération par un cercle de rayon variable qui se meut parallèlement à lui-même, est une surface du second degré.*

Les plans de deux cercles *fixes*, du premier et du second mode de génération, étant pris pour plans des zx et des zy; la corde commune à ces deux cercles coïncidant avec l'axe

des z, et l'*origine* étant placée au milieu de cette corde; on trouve cette *double* équation de la surface cherchée :

$$(1)\quad z^2+y^2+x^2-2x.f(y)-2By-c^2=0,$$
$$(2)\quad z^2+y^2+x^2-2y.F(x)-3Ax-c^2=0;$$

$f(y)$ et $F(x)$ étant deux fonctions *arbitraires* des seules variables y ou x : d'ailleurs, l'identification de ces équations donne la relation $xf(y)+By=yF(x)+Ax$, ou

$$\frac{F(x)-B}{x}=\frac{f(y)-A}{y}$$

qui doit être une identité; ce qui exige que chacun des deux membres se réduise à une même *constante* C'. On a donc, par exemple,

$$(3)\quad f(y)=A+C'y,$$

et l'équation (1) représente dès lors une surface du second degré.

Rectification. Le théorème communiqué dans la séance du 12 mars 1859 n'était pas nouveau : M. Paul Serret en a trouvé, depuis, l'énoncé dans les concours de l'université de Dublin pour l'année 1852.

Séance du 19 *mai* 1860.

Mécanique.— La note suivante de M. de Tessan, se rattachant à une communication précédente, a été lue dans cette séance à la Société.

« Toute proposition *de statique*, si elle est démontrée d'une manière exacte et rigoureuse, doit nécessairement rester vraie lorsqu'on suppose nulles les masses des points et des liens du système; car, en statique, une démonstration ne peut tenir aucun compte des masses; et, dès lors, sa conclusion doit nécessairement être vraie quelles que soient ces masses; par suite, elle doit être vraie quelque petites qu'on les suppose; et, enfin, elle doit être vraie lorsqu'on les suppose nulles.

» Toute proposition *de statique* qui cesse d'être vraie lorsqu'on suppose nulles les masses des points et des liens du système est donc la conclusion d'une démonstration nécessairement fausse, puisque, d'après ce qui précède, la proposition

resterait vraie si la démonstration était exacte et rigoureuse.

» En statique, une démonstration est nécessairement fausse, si, pour la faire, on a appliqué deux à deux en certains points des forces égales et directement opposées, et si l'on a attribué à chacune de ces forces l'action qu'elle aurait sur les liens du système si elle existait seule; car ces forces, par cela seul qu'elles sont égales, directement opposées et appliquées deux à deux à un même point, ne peuvent exercer aucune action sur les liens, et ne donnent lieu à aucune réaction de leur part. La démonstration est donc fausse, puisqu'elle s'appuie sur l'existence d'actions et de réactions qui n'ont aucune réalité. Quant à la conclusion, elle pourra être vraie ou fausse suivant l'hypothèse qu'on fera sur d'autres actions dont la démonstration n'a pas tenu compte : par exemple, suivant l'hypothèse qu'on fera sur la valeur finie ou nulle des masses des points et des liens du système.

» Toute proposition *de statique*, vraie seulement quand les masses sont supposées ne pas être nulles, n'est vraie que dans l'état d'équilibre des forces prises en considération ; car, admettre que les masses ne sont pas nulles, c'est prendre implicitement en considération les forces d'inertie qui résultent du mouvement de ces masses, ce qui ne peut être fait qu'en dynamique, et comme ces forces d'inertie font constamment équilibre aux forces données, il en résulte que l'ensemble des forces prises en considération se trouve dans l'état d'équilibre. Il suffit donc, relativement à ces propositions, qu'elles soient démontrées vraies dans l'état d'équilibre.

» L'examen, fait à ces divers points de vue, de la proposition relative au transport d'un couple, montre que sa démonstration est fausse, et qu'elle-même n'est exacte que dans l'état d'équilibre des forces prises en considération, puisqu'elle est évidemment fausse lorsque les masses des points et des liens du système sont supposées nulles. »

Séance du 2 juin 1860.

M. Phillips a fait dans cette séance à la Société la communication suivante *sur la théorie du nouveau système de détente pour machines à vapeur et spécialement pour locomotives de MM. Stewart et Hope.*

Il explique d'abord que ce système diffère principalement de la coulisse Stephenson en ce que la coulisse fait corps avec la poulie d'excentrique dont elle est très rapprochée, les barres d'excentrique étant supprimées, et que les deux excentriques par cylindre du système ordinaire se réduisent à un seul.

Il donne la formule suivante qui fait connaître à chaque instant de la marche la position du tiroir. En nommant ξ la distance de celui-ci à un point qui est sensiblement au milieu de sa course, on a

$$\xi = r\cos\omega + \frac{(c-u')r}{k}\left(1+\frac{h-k}{l}\right)\sin\omega - \frac{1}{2}h\,\frac{r^2}{k^2}\sin^2\omega$$

où r est le rayon d'excentricité; ω, l'angle décrit par la manivelle depuis l'instant où le piston est à fond de course vers l'arrière ; c, la demi-longueur de la coulisse ; u', la distance du coulisseau au sommet de la coulisse, pour le cran auquel on marche; k, la distance du centre de l'excentrique au point de suspension de la coulisse ; h, la distance de ce même centre d'excentricité un milieu de la corde de la coulisse, et l, la longueur de la bielle qui relie le coulisseau à la tige du tiroir.

A une très petite différence près, on voit que ξ est de la forme

$$\xi = \cos\omega + B\sin\omega,$$

qui est l'équation polaire du cercle. En d'autres termes, on voit que les courses du tiroir pour des angles ω quelconques de la manivelle peuvent être représentées par la projection d'une droite de grandeur et de direction données sur une ligne faisant elle-même l'angle ω avec un axe fixe. M. Phillips déduit de là un procédé graphique très simple pour étudier la distribution d'une machine donnée ou, inversement, pour déterminer une machine dont la distribution se fasse dans des conditions données.

Il cite quelques exemples, vérifiés chez M. Cail, qui montrent combien dans la pratique cette méthode est approchée, et il annonce qu'il l'a étendue aussi à tous les systèmes analogues, notamment à la coulisse Stephenson, droite ou renversée.

M. Phillips a aussi tenu compte des perturbations du cou-

lisseau dans la coulisse. En appelant u la valeur initiale de u', au commencement de la course, on a alors

$$\xi = r\cos\omega + (c-u)\left(1+\frac{h-k}{l}\right)\frac{r\sin\omega}{k} + \left(\frac{1}{2}h + \frac{1}{2}\frac{cr\sin\omega}{k} - k - \frac{c^2}{2l}\right)\frac{r^2\sin^2\omega}{k^2} - \frac{m}{2\lambda}\frac{r\sin\omega}{k}\left\{2\gamma + r\cos\omega - r + \frac{(c-u)r\sin\omega}{k}\right\}\left\{r\cos\omega - r + \frac{(c-u)r\sin\omega}{k}\right\}.$$

Dans cette formule, λ est la longueur de la bielle de relevage; γ, celle de l'arc décrit par l'extrémité de cette bielle depuis sa position pour $\omega = 0$ jusqu'au bas de cet arc, là où sa tangente est parallèle à l'axe du tiroir; enfin m est le rapport de la longueur totale de la bielle de connexion du coulisseau à la tige du tiroir à la distance du point où elle se relie à cette tige à celui où elle est attachée à la bielle de relevage.

L'exactitude de cette formule a été minutieusement vérifiée chez M. Cail.

Minéralogie. — Sous le titre de *Recherches sur les pseudomorphoses*, la communication suivante a été faite par M. Delesse.

« Lorsqu'un minéral se présente sous une forme qui ne lui appartient pas, il donne lieu à ce que l'on appelle une pseudomorphose. Le nombre des pseudomorphoses est assurément très considérable; mais dans ces dernières années il me paraît avoir été démesurément exagéré, par suite d'une confusion des pseudomorphoses avec l'association des minéraux et surtout avec l'enveloppement.

» L'enveloppement présente, en effet, des particularités remarquables qu'il importe d'abord de signaler. Ainsi, il peut être facilement constaté entre les variétés d'un même minéral. Par exemple, l'hornblende des schistes cristallins enveloppe quelquefois de l'actinote. Le mica blanc d'argent du granite renferme du mica brun tombac. Il en est de même pour la tourmaline, qui présente souvent des variétés bien distinctes vertes et roses réunies dans le même cristal. En outre, l'enveloppement de deux minéraux peut être réciproque. C'est ce qui a lieu pour le grenat et l'idocrase, le pyroxène et l'amphi-

bole, l'andalousite et le disthène, la staurotide et le disthène, l'émeraude et la topaze, le feldspath et la natrolite. L'enveloppement réciproque n'indique pas des conditions tout à fait inverses dans l'origine des minéraux, car il s'observe jusque dans la même roche. Si l'on considère deux minéraux cristallisés, leur enveloppement peut être accompagné d'orientation. Cette orientation a lieu par rapport à un centre, comme pour le quartz et le feldspath dans la pyroméride. Elle a lieu aussi par rapport à des axes, comme pour la staurotide et le disthène, pour l'hornblende et l'augite dans l'ouralite, pour l'hornblende et le diallage dans l'euphotide, pour l'hornblende et l'hypersthène dans l'hypérite, pour l'augite et le schillerspath dans le schillerfels.

» Quelle est maintenant la proportion du minéral enveloppé? Il est facile de voir qu'elle peut être très grande et même bien supérieure à celle du minéral enveloppant.

» La chaux carbonatée quartzifère de Fontainebleau, même quand elle a cristallisé en rhomboèdres très nets, renferme jusqu'à 60 pour 100 de sable. Quand elle est simplement concrétionnée ou globuleuse, elle en renferme plus de 80 pour 100. Dans cette circonstance, le sable était une matière inerte, mélangée à la chaux carbonatée et qui devait gêner sa cristallisation; cependant sa proportion était déjà très grande. Mais quand les deux minéraux ont cristallisé simultanément, ils se sont moins gênés et leur proportion peut, pour ainsi dire, être quelconque. On sait, par exemple, que le quartz renferme souvent une multitude d'aiguilles de rutile ou bien de paillettes de mica et de chlorite qui y sont disséminées de la manière la plus intime. Le grenat d'Arendal, de la Bergstrasse et du Canigou, qui enveloppe de la chaux carbonatée saccharoïde, est quelquefois aussi mince qu'une feuille de papier. Lorsque le grenat a cristallisé dans le quartz, il en a de même enveloppé une très grande proportion. C'est, par exemple, ce que j'ai constaté dans les schistes cristallins du Saint-Gothard. Les globules de certaines roches feldspathiques, comme la pyroméride, sont formés de feldspath et de quartz hyalin. Dans l'un de ces globules provenant de Wuenheim, j'ai trouvé 88 de silice; ce qui suppose environ $\frac{1}{3}$ de feldspath et $\frac{2}{3}$ de quartz. Bien que la

formation du globule paraisse surtout devoir être attribuée au feldspath, le quartz s'y trouve cependant en quantité double.

» En général, lorsque deux minéraux sont associés et s'enveloppent, leur proportion est très variable ; c'est tantôt le minéral enveloppant et tantôt le minéral enveloppé qui domine ; suivant les circonstances, l'un ou l'autre d'entre eux peut d'ailleurs diminuer peu à peu et enfin disparaître entièrement. Comme les forces qui déterminent la cristallisation ont une grande énergie, de même que toutes celles qui accompagnent les changements d'état, le minéral enveloppant se trouve quelquefois en proportion tellement petite qu'il est entièrement dissimulé par le minéral enveloppé.

» Lorsqu'un minéral est enveloppé dans un autre, trois cas peuvent d'ailleurs se présenter, suivant qu'il lui est antérieur, contemporain ou postérieur. Ainsi, le quartz en grains qui est enveloppé par la chaux carbonatée de Fontainebleau lui est nécessairement antérieur. Dans ce cas, il y a simplement mélange du minéral enveloppé qui est resté inerte.

» Lorsque l'enveloppement est accompagné d'orientation comme dans les divers exemples qui viennent d'être cités, le minéral enveloppé me paraît être contemporain de celui qui l'enveloppe ; cela est surtout bien visible pour le disthène et la staurotide, l'hornblende et le diallage ou l'hypersthène, l'hornblende et l'augite dans l'ouralite, le feldspath et le quartz dans les roches globuleuses.

» Il ne suffit pas évidemment qu'un minéral s'observe dans un autre pour qu'on soit en droit de le regarder comme pseudomorphique ; il faut encore qu'il en prenne complétement la forme. Du reste, suivant les circonstances, un même minéral enveloppé est tantôt contemporain et tantôt postérieur à celui qui l'enveloppe ; c'est dans ce dernier cas seulement qu'il peut être pseudomorphique ; mais il ne l'est pas nécessairement. Il est donc facile de comprendre pourquoi beaucoup de minéraux ont été regardés comme pseudomorphiques, tandis qu'en réalité, ils étaient simplement enveloppés ou enveloppants. Maintenant d'autres minéraux, tels, par exemple, que l'achmite et l'asbeste, ne sont pas des produits d'altération, comme l'admettent certains minéralogistes ; ce sont des bisilicates ayant

des caractères spéciaux et différant des variétés habituelles par leur composition chimique ou par leur structure.

» Les remarques précédentes conduisent à réduire notablement les pseudomorphoses ; cependant, lorsqu'on en dresse un tableau général, on trouve que leur nombre est encore très considérable. On observe d'abord quelques particularités analogues à celles qui ont été signalées pour l'enveloppement. Ainsi certains minéraux sont pseudomorphosés par leurs propres variétés. Le quartz hyalin, par exemple, peut être remplacé par la calcédoine ou par l'opale. Quelques minéraux offrent aussi des pseudomorphoses réciproques. Car si le spath fluor pseudomorphose la chaux carbonatée, dans d'autres circonstances cette dernière pseudomorphose à son tour le spath fluor. Il en est de même pour l'argent natif et l'argent rouge, la galène et le plomb phosphaté, le cuivre sulfuré et la pyrite de cuivre, la pyrite de fer et la marcasite, la pyrite de fer et l'hématite, le fer oxydulé et l'hématite, l'hématite et la limonite, le scheelin calcaire et le wolfram, la chaux carbonatée et le gypse.

» Les corps simples sont rarement pseudomorphiques. Quand ce sont des métaux, tels que l'argent, le cuivre, l'antimoine, ils proviennent ordinairement de la réduction de minerais qui contenaient ces mêmes métaux.

» Les sulfures et arséniures pseudomorphosent le plus souvent d'autres sulfures et arséniures. Cependant ils se substituent aussi à quelques oxydes, à la baryte sulfatée, à la chaux carbonatée et en général aux minéraux des gîtes métallifères. Du reste, ils n'ont pas été observés sous la forme de silicates, ni même d'hydrosilicates. Parmi les sulfures pseudomorphiques, la pyrite de fer est de beaucoup le plus important, ce qui s'explique par sa grande fréquence dans toute espèce de roches.

» Les oxydes pseudomorphosent les minéraux les plus variés. Ils remplacent généralement d'autres oxydes, mais en outre des sulfures, des carbonates, des sulfates, quelquefois même des silicates. La limonite et le quartz donnent le plus grand nombre de pseudomorphoses.

» Les silicates et même les hydrosilicates pseudomorpho-

sont surtout des minéraux de la même famille ; néanmoins les hydrosilicates prennent aussi la forme de minéraux très variés. Il est d'ailleurs assez rare que les silicates anhydres soient pseudomorphiques.

» Les tungstates, les molybdates, les sulfates, les phosphates, les arséniates, ainsi que les carbonates, pseudomorphosent généralement les minéraux des gîtes métallifères. Parmi les carbonates, la chaux carbonatée mérite une mention spéciale comme l'un des minéraux pseudomorphiques les plus fréquents.

» Lorsqu'on envisage les résultats dans leur ensemble, on voit qu'un minéral se substitue fréquemment à un autre appartenant à la même famille ; c'est du moins ce qu'il est facile de constater pour les sulfures, les oxydes, les silicates, les hydrosilicates et les carbonates.

» Les substances organisées, qu'elles proviennent d'animaux ou de végétaux, sont aussi fréquemment pseudomorphosées.

» En résumé, les minéraux pseudomorphiques sont extrêmement variés. Ce sont, en effet, des corps simples, des sulfures, des arséniures, des chlorures, des fluorures, des oxydes, des silicates, des hydrosilicates, des tungstates, des molybdates, des sulfates, des phosphates, des carbonates, et quelquefois même des substances organiques. Ils appartiennent donc à toutes les familles du règne minéral. Il est vrai que certains minéraux n'ont pas encore été observés à l'état pseudomorphique ; mais alors ils sont généralement assez rares et leur analogie avec d'autres espèces de la même famille ne permet guère d'admettre qu'ils fassent exception. D'ailleurs, les substances les plus insolubles et les plus infusibles sont pseudomorphosées ; telles sont le corindon, le spinelle, le quartz, l'amphigène, les silicates. D'un autre côté les substances pseudomorphiques peuvent elles-mêmes être insolubles et infusibles. Enfin, par cela même qu'un minéral est souvent détruit complétement, un autre minéral quelconque, dès que les circonstances seront favorables, viendra se développer postérieurement et occupera l'espace laissé vide par le premier. Ainsi, de proche en proche, on est naturellement conduit à admettre

que la plupart des espèces minérales peuvent devenir pseudomorphiques. »

Zoologie. — M. Pucheran a communiqué aussi à la Société, dans la même séance, les remarques suivantes sur les caractères zoologiques des Mammifères, considérés dans leurs rapports avec les fonctions de locomotion :

« Dans un mémoire publié en 1851, j'ai déjà abordé, pour les Mammifères aquatiques, la solution du problème relatif aux rapports des caractères zoologiques avec les fonctions de locomotion. Dans des recherches plus récentes, j'ai porté mon attention sur les Mammifères plus spécialement attachés au sol (marcheurs, coureurs, fouisseurs, sauteurs et grimpeurs), et ces nouvelles études sur les rapports des caractères zoologiques avec ces divers modes de progression m'ont conduit aux résultats que je vais formuler.

» 1° *Formes générales.* — Allongées chez les Mammifères aquatiques, les formes générales sont lourdes et trapues chez les marcheurs les plus typiques (G. Ours, Blaireau, Glouton, Marmotte, Porc-épic, Hérisson, etc.), dont certains sont également fouisseurs (G. Taupe, Chrysochlore, Bathyergue, etc.) : elles deviennent plus sveltes et plus élancées dans les genres plus aptes à la course et au saut (G. Martre, Putois, Mangouste, Genette, etc., Ruminants, G. Dasyure, etc., G. Macroscélide, Gerboise, Hélamys, Kangurou, etc.). Les Mammifères grimpeurs sont semblables, sous ce point de vue, aux Mammifères coureurs et sauteurs.

» 2° *État des membres.*—Avec ces dispositions de la forme générale, coïncident, chez les Mammifères aquatiques, des membres courts : ils sont gros et forts chez les Mammifères marcheurs et fouisseurs, plus grêles chez les Mammifères coureurs (soit onguiculés, soit ongulés), sauteurs et grimpeurs. Chez les Mammifères marcheurs, les membres antérieurs et postérieurs sont à peu près semblables sous le point de vue de la force et du développement qu'ils présentent. Le caractère opposé est facilement saisissable chez ceux de leurs congénères doués des autres modes de progression. Ainsi, chez les fouisseurs, le membre antérieur est plus fort que le postérieur; chez les sauteurs, c'est au contraire ce dernier qui est plus allongé que son

homologue. Le même fait existe, quoique moins facile à constater, dans presque tous les Mammifères coureurs et grimpeurs; mais, dans quelques-uns de leurs types génériques (G. Hyène, Protèle, Girafe, Bubale, Gorille, Chimpanzé, Orang, Gibbon, Lori, Nycticèbe, Bradype, Cholèpe), c'est l'état inverse qui se manifeste.

» 3° *Formule digitale.* — Ainsi qu'il est facile de le prévoir lorsqu'on connaît les applications dont est susceptible en zoologie le principe du balancement des organes (MM. Geoffroy Saint-Hilaire), les variations de la formule digitale coïncident avec les divers états des membres. Chez les Mammifères marcheurs et fouisseurs, les cinq doigts sont bien formés, quoique l'interne et l'externe soient moins développés; il en est de même chez les Mammifères aquatiques, surtout lorsque les palmatures interdigitales sont bien complètes. Quand les membres s'allongent, la pentadactylie disparaît. Certains Pachydermes (Rhinocéros) nous en offrent déjà des exemples. Cette tendance est encore plus manifeste chez les Mammifères coureurs, dont quelques espèces (Solipèdes) sont même monodactyles: elle caractérise également les Mammifères grimpeurs. Parmi ceux-ci, le Cyclothure, les Cholèpes, présentent seulement deux doigts au membre antérieur. C'est, en général, cet organe qui, chez les grimpeurs, subit de semblables atrophies (Colobes, Atèle, Pérodictique, Sciuridés), rarement partagées par le membre postérieur, toujours incomplet, au contraire, sous ce point de vue, chez les Mammifères coureurs les plus typiques. Mais, dans la sous classe des Marsupiaux, la réduction du nombre des doigts en arrière constitue l'état normal chez les types grimpeurs originaires de l'Océanie; ceux d'Amérique ressemblent plutôt aux grimpeurs monodelphes. Dans les Mammifères sauteurs la même tendance est facile à observer, mais presque uniquement aux membres postérieurs; certains (les Gerbos) ont seulement trois doigts en arrière. Mais si, au lieu d'être tout à fait absents, les doigts latéraux, les seuls qui soient susceptibles de disparaître, sont seulement atrophiés, leur mode d'insertion sur les régions métacarpiennes et métatarsiennes présente des différences caractéristiques chez les Mammifères coureurs et sauteurs, d'une part, et chez les Mammifères marcheurs, fouis-

seurs et grimpeurs, d'autre part. Chez les premiers, cette insertion a lieu plus haut que celle des doigts intermédiaires ; chez les derniers, elle s'opère sur la même ligne. Cette dernière disposition s'observe chez les Mammifères aquatiques lorsque les palmatures interdigitales sont bien complètes ; lorsqu'elles sont plus rudimentaires, c'est la première qui se manifeste.

» 4° *Prolongement caudal.* — Lorsqu'il sert aux actes de locomotion (Mammifères aquatiques, sauteurs, grimpeurs à queue prenante), le prolongement caudal est très allongé ; mais, lorsque ses fonctions cessent d'être actives, les caractères de brièveté ou d'allongement s'harmonisent avec ceux qui nous sont offerts, soit par la forme générale, soit par les membres. Quand la forme générale est svelte, les deux membres étant relativement raccourcis (grimpeurs à queue non prenante, coureurs onguiculés), la queue est allongée; lorsque, avec un semblable caractère dans la forme générale, les membres deviennent aussi allongés que le tronc (Pachydermes, Ruminants), la queue est plus courte. Elle est à peu près absente quand l'une ou l'autre des deux paires de membres, soit l'antérieure (Pithéciens, G. Lori, Nycticèbe, Bradypodés), soit postérieure (Indri), acquiert un développèment excessif. Le prolongement caudal est également plus court dans les Mammifères marcheurs et fouisseurs (G. Ours, Blaireau, Hérisson, Porc-épic, etc., G. Taupe, Bathyergue, Échidné, etc.), dont la forme générale est trapue et dont les membres sont surbaisés.

» 5° *Système phanérique.* — *a. Pelage.* — Il est en général moins allongé et plus rude chez les Mammifères marcheurs (soit onguiculés, soit ongulés), que chez les Mammifères grimpeurs, sauteurs, fouisseurs, et que chez les Mammifères aquatiques. Ces dissemblances nous paraissent, au reste, plutôt produites par les différences de température que par celles qui dépendent des modes de locomotion propres à ces divers types.

» *b. Conques auditives.* — Leurs divers états d'amplitude sont, en général, en rapport avec le développement des membres, et surtout du membre postérieur. Aussi sont-elles courtes chez les Mammifères aquatiques et chez les Mammifères mar-

cheurs et fouisseurs : plus allongées chez les Mammifères coureurs et grimpeurs, plus étalées encore chez les Mammifères sauteurs. Lorsque, au contraire, ce sont les membres antérieurs dont l'allongement est excessif (Pithéciens, G. Lori, Nycticèbe, Bradypodés), la conque auditive est généralement plus petite.

» *c. Ongles.* — Peu développés chez les Mammifères aquatiques les plus typiques, courts chez les marcheurs ongulés, ils sont allongés et peu courbés chez les marcheurs onguiculés et chez les fouisseurs. Ces deux caractères sont, en général, surtout chez les Mammifères fouisseurs, plus saisissables au membre antérieur plus spécialement chargé des actes de préhension ; d'autres fois, c'est au membre postérieur qu'ils se manifestent (Mammifères sauteurs, certains genres de Rongeurs). Les mêmes organes sont moins allongés chez les Mammifères grimpeurs, et, lorsqu'ils grimpent sans se servir principalement des parties dénudées de leurs pattes, ils sont en outre plus incurvés.

» Nous devons ajouter que, de même que les actes de locomotion des Mammifères, ces divers caractères sont susceptibles de variations nombreuses ; mais il arrive rarement, pour ne pas dire jamais, que ces variations aient lieu d'ensemble, soient subies dès lors par tous les organes dont nous venons d'esquisser les diverses modifications. Dans d'autres circonstances, ces mêmes variations sont produites par d'autres causes, sur lesquelles nous ne pouvons insister en ce moment, mais dont il est impossible de nier l'activité lorsqu'on réfléchit à cette multiplicité d'influences, véritable conflit de principes dont l'action s'exerce constamment sur les êtres organisés. »

Séance du 26 mai 1860.

Géologie. — La communication suivante sur l'application du microscope à l'étude de la géologie physique a été faite à la Société dans cette séance par M. Clifton Sorby.

Le travail dont j'ai l'honneur d'entretenir la Société philomathique n'est pas encore complétement terminé, mais dès à présent je désire appeler son attention sur quelques faits

importants auxquels conduit l'examen microscopique de tranches minces de roche.

On sait que la structure microscopique des coquilles, des dents et des bois fossiles, a été étudiée par plusieurs observateurs éminents. A cet effet, ils ont préparé des plaques assez minces pour devenir transparentes, et ils les ont examinées avec des microscopes ayant un fort pouvoir grossissant. C'est la même méthode que j'ai appliquée à l'étude de la structure physique de toutes les roches, et elle m'a conduit à plusieurs résultats nouveaux et intéressants.

Pour préparer les plaques minces, on use d'un côté de petits fragments de roche; d'abord on se sert de l'émeri et d'un plateau de zinc, puis on emploie une pierre très-unie jusqu'à ce que la surface de la roche soit parfaitement plane et polie. Alors cette roche est fixée par cette surface sur un verre, au moyen de baume de Canada, et le côté opposé est usé avec de l'émeri sur des pierres variées, jusqu'à ce que son épaisseur se réduise à $\frac{1}{100}$ ou $\frac{1}{1000}$ de pouce. Après ces opérations, elle est bien polie des deux côtés et suffisamment transparente pour être examinée au microscope avec un grossissement de plusieurs centaines de fois. Une nouvelle plaque de verre est ensuite placée par-dessus avec du baume de Canada, de manière qu'elle soit protégée et plus transparente.

L'étude des plaques minces de roche constitue une branche toute spéciale de la géologie, et elle exige des connaissances variées. Depuis dix ans que je l'ai commencée, j'ai préparé plusieurs centaines de ces plaques, et cependant il reste encore beaucoup à faire. Si je voulais décrire tous les résultats auxquels conduit leur examen, je serais amené à faire des excursions dans chaque branche de la géologie; je me contenterai donc de présenter quelques remarques sur les conclusions auxquelles j'ai été conduit.

La méthode d'investigation par le microscope est très-convenable pour l'étude des calcaires; car la structure organique des coquilles et des débris de Mollusques qui les composent se laisse facilement reconnaître; souvent même elle est parfaitement bien conservée. De cette manière, on peut non-seulement déterminer la nature des parties qui constituent le

calcaire, mais même leur proportion relative. On s'assure aussi que des calcaires qui, à l'œil simple, paraissent être les mêmes, diffèrent cependant bien complétement. Quelques-uns sont composés de fragments de coquilles et de polypiers, et présentent des mélanges mécaniques analogues aux sables. D'autres, au contraire, sont formés de parcelles microscopiques résultant d'une décomposition complète des coquilles ou des polypiers, et ils sont analogues aux argiles.

Nous pouvons aussi nous rendre très bien compte de la constitution des schistes, et reconnaître non-seulement les substances qui les composent, mais encore leur mode d'arrangement. On voit que les ardoises présentent deux sortes de clivages bien différents : l'un résultant de la compression d'une roche qui s'est comportée comme une matière plastique ; l'autre dû à un système de fractures et de crevasses serrées qui prouvent que la roche a cédé à la pression, comme une matière quelque peu rigide. On peut même par l'étude de la roche se rendre compte de l'état physique dans lequel elle se trouvait lorsqu'elle a été soumise à l'action des forces qui ont disloqué l'écorce terrestre.

Ces recherches jettent beaucoup de jour sur la structure des roches métamorphiques, et nous permettent d'apprécier quels sont les changements qu'elles ont éprouvés.

Les roches ignées anciennes et modernes présentent également des particularités remarquables, et nous pouvons reconnaître que quelquefois il s'y trouve beaucoup plus de minéraux qu'il n'est possible de le constater par l'examen à l'œil nu ; nous distinguons même ceux qui ont été formés au moment où la roche fondue s'est solidifiée de ceux qui résultent d'une action postérieure de l'eau.

Les roches granitiques en particulier présentent plusieurs faits curieux ; on y distingue un nombre immense de cavités qui renferment de l'eau ainsi que des dissolutions salines ; et ces substances ont dû se trouver à l'état liquide dans ces roches au moment où elles se sont formées. Les cavités qui renferment ces fluides sont semblables à celles qu'on connaît dans le quartz, seulement elles sont trop petites pour être distinguées à la vue simple. Avec un fort pouvoir grossissant il est

d'ailleurs possible de les voir avec la plus grande perfection; dans le quartz du granite et de quelques roches métamorphiques, elles sont quelquefois si nombreuses qu'il y en a plus de mille millions dans un pouce cube.

Il faut donc admettre que le granite n'est pas simplement une roche ignée, mais qu'il a été formé par l'action combinée de la chaleur et de l'eau, comme M. Delesse l'a prouvé par des considérations différentes dans ses belles Recherches sur l'origine des roches et sur le métamorphisme (1).

Séance du 21 juillet 1860.

Botanique. — M. E. Cosson a communiqué à la Société dans cette séance une note sur la stipule et la préfeuille dans le genre *Potamogeton*, note contenant en outre quelques considérations sur ces organes dans les autres Monocotylées.

Le genre *Potamogeton* est, dans l'embranchement des Monocotylées, l'un de ceux chez lesquels la stipule et la préfeuille présentent les modifications les plus remarquables. Une description de ces organes chez quelques espèces, qui peuvent être prises pour types des formes les plus différentes, permettra d'en déterminer les caractères essentiels et d'établir les causes de leurs modifications principales.

La stipule, dans la plupart des *Potamogeton*, est constituée par un organe indivis, membraneux, libre, de forme et de longueur variables, inséré à l'aisselle de la feuille et à face supérieure regardant du même côté que la face supérieure de la feuille correspondante et entourant d'une manière plus ou moins complète la base de la tige ou celle du rameau né à l'aisselle de la même feuille. Cette stipule axillaire présente, surtout dans les espèces à feuilles pétiolées, deux nervures presque parallèles, saillantes, généralement en forme de carène, et qui sont placées exactement à la limite du point de contact du pétiole. Assez souvent cette stipule n'est binerviée ou bicarénée que dans sa partie inférieure; quelquefois elle n'est nullement binerviée. Dans le *Potamogeton pectinatus*, elle offre une

(1) Annales des Mines, 1857, et Bulletin de la Société géologique, 1858.

disposition toute particulière : elle se soude avec la partie pétiolaire de la feuille, à laquelle elle adhère par sa face externe et avec laquelle elle s'enroule pour former une gaîne embrassant la tige ou le rameau; elle n'est libre qu'au sommet, où elle fait saillie sous forme de membrane au-dessus de la gaîne de la feuille. Il est impossible, dit M. E. Cosson, de ne pas être frappé de l'extrême analogie de cette disposition avec celle de la ligule des *Graminées*. Cette analogie, le peu de constance de la présence des deux nervures saillantes, et surtout la conformité que présentent chez la plupart des *Potamogeton* leur stipule et leur préfeuille, nous amènent à considérer dans ce genre la stipule, de même que chez les Graminées et les Cypéracées, comme formée par un organe unique et non pas comme constituée par deux organes soudés par leurs bords internes.

La stipule des *Potamogeton*, lorsqu'elle est binerviée, présente si exactement chacune de ses deux nervures sur les points situés à la limite de son contact avec le pétiole, qu'on ne saurait révoquer en doute l'influence exercée par ce contact. Les tissus, en raison de la pression plus ou moins forte qu'ils ont eu à subir, au moins dans le bourgeon, pression qui les a soustraits pendant un temps plus ou moins long à l'action du milieu dans lequel vit la plante, ne développent de nervure que là où cette cause d'atrophie cesse de se produire.

Sous le nom de préfeuille ou de *Vorblatt* les botanistes désignent les premières feuilles des rameaux qui, par leur consistance ordinairement mince, membraneuse, l'absence de coloration verte et leur développement imparfait, se distinguent des autres feuilles. Des travaux modernes (1) ont mis en évidence le rôle important de la préfeuille proprement dite (première feuille du rameau) comme organe protecteur du bourgeon ou des parties florales chez un grand nombre de Monocotylées. En effet, il est établi maintenant que la glumelle supérieure des Graminées, que le faux utricule des *Carex*, que la gaîne qui entoure la base des rameaux des

(1) La préfeuille a été surtout étudiée par MM. A. Braun, T. Irmisch, J. Gay et par le jeune et regrettable E. Desvaux.

Joncées et des Cypéracées, etc., ne sont que de véritables préfeuilles, se comportant comme celles des bourgeons mêmes. Les caractères généraux de cette préfeuille, ou première feuille rudimentaire du rameau, sont : son insertion sur la face du rameau opposée à celle qui regarde la feuille à l'aisselle de laquelle est né le rameau lui-même (et par conséquent sa position entre l'axe primaire et l'axe secondaire entouré généralement par elle à sa base), et la présence habituelle de deux nervures parallèles plus ou moins espacées, plus ou moins développées et souvent saillantes en forme de carène. Mais de ces deux caractères, celui tiré de la position de l'organe est le seul qui ait une importance réelle, les deux nervures pouvant manquer en partie ou même entièrement chez la préfeuille, ou dans quelques cas être remplacées par une nervure moyenne.

Turpin (1), qui, l'un des premiers, s'est occupé de l'étude de la préfeuille chez les Monocotylées, avait déjà nettement indiqué la position remarquable de l'écaille inférieure des bourgeons (préfeuille) dans la famille des Graminées et dans un grand nombre d'autres Monocotylées, et en avait formulé ainsi avec exactitude les caractères : « Cette écaille ou feuille rudimen-» taire extérieure est interposée entre le bourgeon qui la porte » et la tige de la plante à laquelle elle s'adosse. » Il avait fait remarquer, en outre, que, dans la famille des Graminées, cette écaille est bicarénée, que ses carènes sont ordinairement munies de longs poils, que ses bords sont rentrants et qu'enfin elle a tous les caractères de la glumelle supérieure ; mais il considérait l'écaille inférieure du bourgeon et la glumelle supérieure comme formée de deux pièces soudées latéralement et dont les nervures moyennes constitueraient les carènes latérales. L'étude de la préfeuille chez les *Potamogeton* démontre manifestement l'inexactitude de cette manière de voir, inexactitude que nous avons déjà relevée dans un article sur la composition et la structure de l'épillet dans la famille des Graminées (2). Dans cette étude on trouvera de nouvelles preuves à

(1) Mémoires sur l'inflorescence des Graminées et des Cypéracées dans les *Mémoires du Muséum*, tome V.

(2) *Bulletin de la Société botanique de France*, I, 18.

l'appui de l'opinion déjà exprimée par nous que la glumelle, l'écaille inférieure des bourgeons et la préfeuille ne sont que de véritables feuilles modifiées dans leur structure en raison du contact des organes voisins et de leur position, qui les soustraient, au moins dans leur jeunesse, à l'action de deux des agents principaux de la végétation, l'air et la lumière. Chez les Graminées, les deux nervures de la glumelle supérieure (préfeuille) sont déterminées par le contact de l'axe, ainsi que Kunth l'avait déjà noté (1), ou se produisent aussi généralement sur des points où cesse le contact des bords de la glumelle inférieure avec la glumelle supérieure; mais, même dans la famille des Graminées, cette préfeuille n'est souvent bicarénée qu'à la base seulement; elle est trinerviée dans le *Leersia*, où, en raison de l'absence de glumes, elle ne subit d'autre pression que celle des bords de la glumelle inférieure. Elle est uninerviée dans les *Anthoxanthum*, les *Alopecurus* et le *Crypsis aculeata*, où, au contraire, elle subit de la part de la glumelle inférieure une pression sur toute sa surface, à l'exception de sa partie moyenne. Dans les *Aristida* et les *Arthratherum*, où elle est enfermée complétement par la glumelle inférieure, elle est dépourvue de nervure. Dans cette même famille des Graminées, d'autres organes que la préfeuille peuvent présenter deux nervures latérales. Le *Lolium temulentum* offre quelquefois une glume inférieure rudimentaire qui se trouve serrée entre l'axe et l'épillet; cette glume est souvent échancrée, comme l'est habituellement la glumelle supérieure, et présente de chaque côté une nervure saillante (2). Le *Holcus saccharatus*, dont M. Grœnland (*Bull. soc. bot.*, II, 175) a décrit et figuré l'épillet, présente souvent une fleur supplémentaire, chez laquelle la glumelle inférieure est munie de deux nervures carénées, tandis que la supérieure est uninerviée.

La description de quelques espèces de *Potamogeton*, représentant les types les plus tranchés, confirmera ce que nous

(1) *Enum. plant.*, I, 3.

(2) La présence de cette double carène avait fait prendre cette glume rudimentaire pour une préfeuille par quelques auteurs, qui, par suite, avaient dû admettre, pour l'épillet du *Lolium*, une structure tout à fait anomale.

venons de dire sur les causes de la nervation latérale des stipules et des préfeuilles, et démontrera que le caractère distinctif de la préfeuille doit être déduit exclusivement de sa position.

Potamogeton natans. — Feuilles pétiolées, à pétiole plan en dessus, convexe en dessous. Stipule libre, membraneuse, oblongue-lancéolée, à dos fortement binervié dans la plus grande partie de sa longueur. Préfeuille semblable à la stipule, mais à nervures carénées moins saillantes et souvent ne dépassant pas la moitié de sa longueur.

Potamogeton lucens. — Feuilles pétiolées, les supérieures à pétiole court, à nervure moyenne faisant saillie sur chaque face. Stipule libre, membraneuse, oblongue-lancéolée, à dos fortement binervié dans sa partie inférieure. Préfeuille presque semblable à la stipule.

Potamogeton crispus.—Feuilles sessiles, à nervure moyenne large déprimée. Stipule libre, membraneuse, très-mince, ordinairement tronquée ou échancrée au sommet et souvent lacérée en fibrilles avec l'âge, sans nervures latérales. Préfeuille semblable à la stipule et également sans nervures.

Potamogeton pectinatus. — Feuilles étroitement linéaires, enroulées dans leur partie inférieure en gaîne entourant la base du rameau. Stipule soudée par sa face externe avec la gaîne, à partie supérieure libre saillant au-dessus de sa gaîne non binerviée lancéolée-oblongue ordinairement bipartite. Rameau portant à sa base la préfeuille très-petite membraneuse très-mince lancéolée-linéaire non binerviée, et souvent une deuxième feuille rudimentaire (insérée du côté opposé et émettant quelquefois un ramule à son aisselle) semblable à la préfeuille, mais plus longue et également enfermée dans la gaîne.

En résumé : 1° la stipule des *Potamogeton*, comme celle des Graminées et des Cypéracées, paraît constituée par un seul organe et non pas par deux organes soudés bord à bord; — 2° cette stipule est binerviée ou non, suivant qu'elle subit ou non une pression de la part du pétiole de la feuille ou de la nervure moyenne de la feuille ; — 3° le caractère essentiel de la préfeuille est sa position ; — 4° la préfeuille est d'autant

plus développée que son rôle comme organe de protection est plus important (1).

Séance du 28 juillet 1860.

MÉCANIQUE. *Élasticité des solides.* — Dans cette séance, M. Barré de Saint-Venant a entretenu la Société des *conditions pour que six fonctions des coordonnées x, y, z, des points d'un corps élastique représentent des composantes de pression s'exerçant sur trois plans rectangulaires à l'intérieur de ce corps*, par suite de petits changements de distance de ses parties.

Il ne suffit pas pour cela, dit-il, que ces six fonctions satisfassent aux trois équations dites *indéfinies* d'équilibre d'un élément quelconque du volume, et aux trois équations d'équilibre *définies* ou relatives à la surface. Il faut encore qu'en les égalant aux six expressions connues, de la forme $A\vartheta_x + A'\vartheta_y + A''\vartheta_z + Bg_{yz} + B'g_{zx} + B''g_{xy}$, $A_1\vartheta_x + \ldots$, etc. (Mém. *sur la torsion*, aux *Sav. étr.*, t. XIV, et *sur la flexion*, au *Journ. des math. pures et appl.*, 1856) où A, B,... sont des coefficients dépendant de la contexture du corps en divers sens, les six valeurs en x, y, z qu'on en tire pour les ϑ et les g soient *compatibles* entre elles, ou puissent bien représenter, savoir : celles de ϑ_x, ϑ_y, ϑ_z, les *dilatations* de trois petites lignes menées en chacun de ses points dans des directions primitivement parallèles aux coordonnées, et celles de g_{yz}, g_{zx}, g_{xy}, les *glissements* de lignes de même direction les unes devant les autres à l'unité de distance, ou, ce qui revient au même, les petites diminutions éprouvées par les angles primitivement droits des mêmes trois lignes matérielles dont on vient de parler.

Cela s'exprime, si les dilatations et glissements peuvent être supposés produits par des *déplacements très petits* u, v, w des points dans les sens x, y, z, en posant

$$\vartheta_x = \frac{du}{dx},\quad \vartheta_y = \frac{dv}{dy},\quad \vartheta_z = \frac{dw}{dz},$$

(1) La préfeuille, presque aussi développée que la stipule chez les *Potamogeton* à feuilles non engaînantes, est très-petite chez le *P. pectinatus*, dont la gaine protége suffisamment le bourgeon.

$$g_{yz}=\frac{dv}{dz}+\frac{dw}{dy},\quad g_{zx}=\frac{dw}{dx}+\frac{du}{dz},\quad g_{xy}=\frac{du}{dy}+\frac{dv}{dx}.$$

On élimine u, v, w, en tirant leurs valeurs de trois de ces équations pour substituer dans les trois autres, puis faisant disparaître, par des différentiations, les intégrales substituées. Il en résulte ces trois *conditions de compatibilité :*

$$2\frac{d^2\delta_x}{dydz}=\frac{d}{dx}\left(\frac{dg_{zx}}{dy}+\frac{dg_{xy}}{dz}-\frac{dg_{yz}}{dx}\right),\quad 2\frac{d^2\delta_y}{dzdx}=\ldots,\quad 2\frac{d^2\delta_z}{dxdy}=\ldots;$$

et ces trois autres :

$$\frac{d^2g_{yz}}{dydz}=\frac{d^2\delta_y}{dz^2}+\frac{d^2\delta_z}{dy^2},\quad \frac{d^2g_{zx}}{dzdx}=\ldots,\quad \frac{d^2g_{xy}}{dxdy}=\ldots;$$

qui ne font pas tout à fait double emploi aux trois premières, car celles-ci ne donnent, en les combinant ensemble, que les différentielles des secondes, par rapport à x, à y, à z, respectivement.

L'auteur de la communication fait observer que lorsque les dilatations et glissements, toujours supposés très petits, proviennent de déplacements u,v,w considérables (1), *l'on a les mêmes six conditions de compatibilité.* On s'en assure en remarquant qu'alors les déplacements u, v, w, d'une grandeur quelconque, parallèles aux x, y, z, sont géométriquement décomposables, pour chaque portion peu étendue du corps, en déplacements *très petits* u', v', w', parallèles à certains autres axes coordonnés x', y', z', et en translations et rotations capables d'amener l'angle trièdre des x', y', z', à coïncider avec l'angle tièdre des x, y, z, et en exprimant les δ et les g en fonction des déplacements et des neuf cosinus des angles de ces rotations finies ; la substitution fait disparaître les cosinus, en vertu de leurs six relations connues, et vérifie ces six équations qu'on vient d'écrire.

Ces équations de compatibilité montrent que si l'on se donne ou δ_x, δ_y, δ_z, ou g_{yz}, g_{xz}, g_{xy}, les trois fonctions non données peuvent se déduire des trois autres, mais d'une manière

(1) *L'Institut*, n° 537, 10 avril 1844.

qui n'est pas complétement déterminée, car, à leurs valeurs, déduites de l'intégration des trois différentielles du second ordre telles que $\frac{d^2}{dydz}$, se trouvent ajoutées, respectivement, trois sommes de fonctions arbitraires de la forme

$$\varphi(x,y)+\psi(z,x),\ \varphi_1(y,z)+\psi_1(x,y),\ \varphi_2(z,x)+\psi_2(y,z);$$

en sorte qu'à chaque système de trois fonctions représentant les dilatations correspond une infinité de systèmes de trois fonctions représentant les glissements, ou réciproquement. Mais ces derniers systèmes ne diffèrent entre eux, pour chacune, que par les sommes $\varphi+\psi$, etc , qu'on vient de poser.

L'usage des conditions de compatibilité dispense, dans beaucoup de problèmes de déformation des corps élastiques, de considérer les déplacements de leurs points dans l'espace.

MÉCANIQUE. *Torsion.* — Dans la même séance, M. de Saint-Venant a montré que les formules du moment de réaction de torsion des prismes ou cylindres, donnés seulement jusqu'ici pour le cas où la contexture de la matière offre, en chaque point, ou un axe de symétrie parallèle aux arêtes, ou trois plans de symétrie dont deux perpendiculaires aux axes principaux d'inertie de la base, peuvent être appliquées, en les modifiant convenablement : 1° pour une base de forme quelconque, au cas bien plus étendu où il n'y a en chaque point qu'un seul plan de symétrie, perpendiculaire aux arêtes ; 2° pour une base elliptique, à une contexture absolument quelconque, ou sans plan de symétrie.

Dans ce second cas, on reconnaît qu'une torsion uniforme 0 par unité de longueur est produite dans le cylindre, dont les arêtes sont parallèles aux x, par des forces tangentielles p_{xy}, p_{xz}, agissant parallèlement aux y, aux z, sur ses bases, par unité superficielle de leurs éléments, et telles qu'on ait $\frac{dp_{xy}}{dy}+\frac{dp_{xz}}{dz}=0$ en tous leurs points et $p_{xz}dy-p_{xy}dz=0$ à ceux de leur contour, et, aussi partout, $\frac{dg_{xz}}{dy}-\frac{dg_{xy}}{dz}=2\theta$, les glissements g_{xy} et g_{xz} étant tirés des deux expressions

$$p_{xy}=Gg_{xy}+Hg_{xz},\ p_{xz}=G'g_{xz}+H'g_{xy}$$

qui résultent de l'élimination de ∂_x, ∂_y, ∂_z, g_{yz} entre les six formules générales de composantes de pression lorsqu'on suppose $p_{xx}=0$, $p_{yy}=0$, $p_{zz}=0$, $p_{yz}=0$. Si, $d\omega$ étant un élément superficiel quelconque de la base elliptique, on appelle I_1, I'_1, K les intégrales $\int z^2 d\omega$, $\int y^2 d\omega$, $\int yz\, d\omega$ étendues à toute cette base, ou si, I et I′ étant ses moments d'inertie autour de ses deux axes principaux, et α l'angle de l'axe de I avec les y, on fait

$I\cos^2\alpha + I'\sin^2\alpha = I_1$, $I'\cos^2\alpha + I\sin^2\alpha = I'_1$, $(I'-I)\sin\alpha\cos\alpha = K$,

on obtient, pour le moment des forces qui produisent la torsion θ, l'expression

$$M_1 = 4\theta\,\frac{(GG'-HH')(I_1 I'_1 - K^2)}{GI+G'I'-(H+H')K}.$$

Et il y a, en même temps que cette torsion, une petite inflexion en hélice qui s'annule quand la contexture offre des plans de symétrie perpendiculaires aux arêtes, cas où l'on a $x=0$, $y=0$, $\partial_z=0$, $g_{yz}=0$., ∂

On peut déterminer les coefficients d'élasticité de glissement G, G′, H, H′, pour un bloc donné de matière homogène, mais non isotrope, au moyen de cette expression de M_1, par quatre expériences de torsion faites sur des cylindres circulaires et elliptiques qu'on en extrairait. Elle se réduit, au reste, à celle qu'on connaît, du cas de trois plans de symétrie se coupant suivant les axes principaux de l'ellipse, lorsqu'on y fait $H=0$, $H'=0$ et $\sin\alpha=0$, d'où $K=0$.

Séance du 20 octobre 1860.

Géométrie. — M. Paul Serret a communiqué à la Société dans cette séance l'énoncé et la démonstration des propositions suivantes :

1. « Si toutes les cordes concourantes d'une courbe plane ont leurs *pôles* en ligne droite, cette courbe est du second degré, » le *pôle* d'une corde n'étant autre chose, ici, que le point de concours des tangentes menées par ses extrémités.

2. « Si les cônes et les cylindres circonscrits à une surface ont leurs courbes de contact planes, cette surface est du second degré. »

La démonstration géométrique de cette proposition résulte très simplement de la théorie des *tangentes conjuguées*, ou seulement du théorème 1.

3. « Si les cônes circonscrits à une surface se coupent, deux à deux, suivant des courbes planes, cette surface est du second degré. » Corollaire du précédent.

4. « Si les cônes circonscrits à une surface sont du second degré, cette surface est elle-même du second degré. » On reconnaît, en effet, que deux cônes circonscrits quelconques ont deux plans tangents communs, et se coupent, dès lors, suivant deux courbes planes : l'on rentre donc, si l'on veut, dans le théorème précédent; ou bien l'on achève directement, et sans difficulté, la démonstration.

5. « Si les cylindres circonscrits à une surface ont leurs courbes de contact planes, cette surface est du second degré. »

Remarque. Les conditions sous lesquelles on affirme dans les propositions 2 et 5 que la surface est du second degré sont surabondantes, mais l'on peut les réduire au plus petit nombre possible par deux théorèmes complémentaires. Voici l'énoncé de celui qui se rapporte à la proposition 2.

6. « Si les cylindres circonscrits à une surface, parallèlement au plan tangent en l'un de ses points, ont leurs courbes de contact planes, et si, en outre, les diverses sections de la surface, parallèles au même plan tangent, sont les bases d'autant de cônes circonscrits : cette surface sera du second degré dès qu'elle admettra un nouveau cône, ou un nouveau cylindre, à courbe de contact plane. »

La démonstration repose sur le lemme suivant, qui généralise un théorème dû à M. de la Gournerie.

7. « Une série de *lignes de niveau* d'une surface étant composée d'ellipses semblables, semblablement placées, et ayant leurs centres en ligne droite : si la courbe de contact d'un cône circonscrit à la surface est plane, cette surface est du second degré ; » le cas excepté où le sommet du cône donné appartiendrait à la droite des centres.

ÉLECTRICITÉ ANIMALE. — M. Armand Moreau a lu dans cette séance la note suivante.

« J'ai l'honneur de présenter à la Société le récit d'expériences faites en vue d'expliquer le phénomène de la décharge électrique de la Torpille. Chaque expérience a été instituée d'après une idée préconçue en rapport avec les idées théoriques que l'on se fait actuellement sur cette question difficile.

» La théorie la plus généralement proposée considère l'organe comme agissant à la manière d'une pile, et par conséquent la décharge électrique comme un phénomène lié à une réaction chimique. On suppose une sécrétion se faisant sous l'influence nerveuse; j'ai d'abord cherché à voir le rôle de la circulation dans cette fonction.

» Dans une première expérience j'ai lié toutes les artères qui vont à un des deux organes électriques. Il faut pour cela placer la ligature sur les artères qui vont du cœur à la branchie du même côté; on supprime forcément un des organes respiratoires, mais il serait presque impossible d'atteindre sur l'animal vivant, dans l'épaisseur même des branchies, les origines des artères qui vont à l'organe électrique. Après avoir ainsi supprimé la circulation sanguine dans un des organes, j'ai excité les nerfs de cet organe et j'ai constaté que les décharges électriques étaient encore aussi manifestes qu'avant la ligature.

» L'expérience suivante, faite aussi dans le but de voir le rôle de la circulation dans le phénomène de la décharge, est plus concluante. Sur une Torpille vivante j'ai cherché, en arrière de l'estomac, le vaisseau dorsal : c'est, comme on le sait, l'analogue de l'aorte des Vertébrés supérieurs; mais, au lieu de naître d'un cœur gauche, il résulte de la réunion des vaisseaux qui, sortant des branchies, portent le sang artérialisé. J'ai injecté dans le vaisseau dorsal et du côté des branchies du suif maintenu liquide à la faveur d'une température convenable et d'une petite quantité d'essence de térébenthine. La Torpille a péri aussitôt, et quelques minutes après, le suif, solidifié par le refroidissement, remplissait toutes les artères de l'organe électrique. J'ai ensuite excité les nerfs de l'organe et obtenu des décharges manifestes.

» On ne peut, dans cette expérience, objecter, comme dans la précédente, que le cours du sang peut se rétablir par les ana-

stomoses très petites qui existent entre les vaisseaux du côté droit et ceux du côté gauche de l'animal. En outre, dans des vaisseaux remplis de suif, les phénomènes d'exosmose ne sont pas possibles comme on peut penser qu'ils le sont encore dans l'expérience, bien connue, qui consiste à obtenir la décharge en excitant le nerf d'un morceau de l'organe électrique détaché de l'animal.

» Il est donc établi que le sang qui circule dans les artères n'est pas immédiatement nécessaire au phénomène de la décharge électrique.

» Je supposai ensuite qu'une sécrétion pouvait encore se faire sous l'influence nerveuse aux dépens des éléments liquides renfermés dans le tissu lui-même, de même que l'on voit dans des instants, très courts il est vrai, la sécrétion de la glande sous-maxillaire se produire encore quand on galvanise le filet nerveux qui part du lingual, après la ligature de l'artère de la glande ; et, pensant que les réactions chimiques devaient se faire dans des milieux acides ou alcalins, j'espérai que l'expérience suivante me fournirait une indication importante relativement à la nature des liquides mis en présence.

» Je choisis des Torpilles de grande taille et les sacrifie en enlevant rapidement les centres nerveux situés au-dessus de la moelle épinière. J'évite ainsi les décharges volontaires et répétées, qui épuisent l'organe. Je dissèque ensuite la peau de la face dorsale, afin de rendre bien apparente la surface supérieure des prismes. Ils sont alors très visibles et offrent des dimensions au moins égales à celles des alvéoles d'un gâteau de miel. Je transperce successivement et sans en passer un seul chacun des 50 prismes les plus voisins de l'abdomen ; ce sont les plus gros de l'organe. — Le poinçon pénètre à travers le diaphragme supérieur et ressort en perçant la peau qui adhère au diaphragme le plus inférieur du prisme. Quand ils sont ainsi tous transpercés suivant leur axe, je fais passer successivement dans chacun d'eux un courant d'eau fortement acidifiée par l'acide sulfurique. Puis je coupe l'organe de façon à ne conserver que le département composé des prismes ainsi traversés par l'acide. La branchie voisine est laissée adhérente à l'organe et le nerf respecté, puis le tout est disposé comme

il convient pour constater la manifestation ou l'absence de la décharge électrique. — J'excite alors le nerf et trouve que la décharge se produit toujours.

» Cette expérience fut répétée sur une autre Torpille en substituant à l'acide sulfurique une solution de potasse. La décharge fut obtenue comme dans l'expérience précédente. — Je m'assurai en faisant, aussitôt après la décharge obtenue, différentes sections dans l'organe, qu'en tous les points le papier de tournesol était fortement rougi ou bleui suivant que j'avais agi avec l'acide sulfurique ou la potasse.

» Il est nécessaire de prendre l'acide et l'alcali à un degré de concentration capable de réagir fortement sur le papier de tournesol, mais cependant bien loin encore du maximum de concentration ; en effet, j'ai obtenu avec des solutions concentrées l'arrêt définitif de la fonction électrique.

» En substituant à l'acide sulfurique l'acide nitrique, même très étendu, j'ai cessé immédiatement d'obtenir la décharge. L'aspect opalin que prend alors l'appareil m'a fait penser que la coagulation de l'albumine était la cause de cet effet, et non la nature acide du liquide L'alcool et le tanin, qui tous deux coagulent l'albumine, ont donné le même résultat.

» L'état physique du milieu paraît donc plus important pour la fonction que la réaction chimique acide ou alcaline.

» Avant de tirer des conclusions, je désire multiplier et varier encore ces expériences, qui ont été subitement interrompues par des circonstances relatives à la pêche en mer, et que je ne puis pour cela offrir aussi précises qu'il convient.

» Dans un prochain travail, je donnerai le degré de concentration des liqueurs employées. »

Séance du 27 octobre 1860.

ASTRONOMIE. *Éclipse solaire du 18 juillet 1860.* — Communication a été faite à la Société, dans cette séance, d'une note qui lui avait été adressée de Bagnères-de-Bigorre, en août dernier, par M. Farnham Maxwell Lyte, et qui contient la re-

lation de quelques observations faites par lui et par M. Michelier, pendant l'éclipse. Voici cette note.

« Nous trouvant près de la zone où l'éclipse de soleil du 18 juillet devait être totale, et ayant à proximité un observatoire élevé, nous avons eu la pensée d'observer le phénomène. Nos observations, ayant été faites dans des circonstances atmosphériques exceptionnelles, peuvent avoir quelque intérêt; nous allons les faire connaître.

» L'observation de l'éclipse n'était pas sans difficulté pour nous : dépourvus d'instruments, nous avons dû en fabriquer. Notre but était de faire des épreuves photographiques des diverses phases de l'éclipse.

» M. Lyte possédait heureusement un objectif à long foyer; il a eu l'idée de l'enchâsser dans un long tuyau en bois de sapin, et de recevoir l'image du soleil sur une plaque en verre dépoli, portée sur un châssis placé à l'une des extrémités du tuyau, et pouvant glisser dans le tuyau de manière à mettre la plaque au foyer principal de l'objectif. La distance focale principale de l'objectif était de $4^m,00$. Le tuyau en bois avait $4^m,75$ de longueur, l'objectif était à $0^m,40$ environ en arrière de l'extrémité supérieure du tuyau. L'intervalle entre l'objectif et la plaque de verre dépoli était muni de quatre diaphragmes; l'extrémité supérieure du tuyau était également munie d'un diaphragme; ce dernier, placé devant l'objectif, avait $0^m,06$ de diamètre. Les diaphragmes en arrière de l'objectif avaient 8 centimètres environ de diamètre; ils servaient à empêcher la réflexion sur les parois du tuyau; ils étaient noircis, ainsi que les parois intérieures de celui-ci.

» M. Lyte avait préparé à l'avance une douzaine de plaques de verre revêtues d'une couche de collodion et propres à recevoir l'empreinte de l'image solaire.

» Ces préparatifs terminés, nous nous acheminâmes, le 17 juillet à midi, vers l'hôtellerie construite sur le versant sud du pic du Midi, au bord du lac d'Oncet, et connue dans les Pyrénées sous le nom d'*hôtellerie du Pic du Midi*. C'est ce gîte que nous avions choisi pour nos observations. Son altitude, d'environ $2\,400^m$ au-dessus du niveau de la mer, nous faisait espérer un ciel plus pur que celui de la plaine et plus

de précision dans nos observations. Une couche de nuages dont l'épaisseur n'était pas inférieure à 800^{m} couvrait tout l'horizon au moment de notre départ de Bagnères, et nous faisait craindre pour le lendemain. Cependant, après une marche d'environ sept heures, nous arrivâmes le soir à l'hôtellerie du Pic. La masse nuageuse dans laquelle nous avions voyagé s'arrêtait à 50^{m} environ en contre-bas de l'hôtellerie ; nous la dominions et nous eûmes bon espoir pour le lendemain.

» Le 18 juillet dès le matin, nous cherchâmes à placer notre tuyau de manière à lui ménager la mobilité nécessaire pour suivre le soleil dans sa marche pendant environ quatre heures, et à lui procurer la stabilité également nécessaire pour le rendre fixe au moment des observations. Il fallait aussi le mettre à l'abri des vibrations que lui aurait imprimées une brise assez fraîche venant du sud-ouest. Nous ne trouvâmes rien de mieux que de pratiquer une ouverture dans le haut du toit d'un hangar annexe de l'hôtellerie, et dans lequel on loge les chevaux des touristes. L'ouverture pratiquée près d'une des fermes en charpente qui portent le toit en planches, et près du faîte, permettait d'y faire passer le tuyau et de lui donner dans toutes ses positions le meilleur appui dont nous pussions disposer. L'extrémité inférieure du tuyau reposait sur une table à tréteaux, et pouvait s'y mouvoir facilement dans le sens de l'ouest à l'est.

» Il était difficile de déterminer le foyer principal de l'objectif; en dirigeant le tuyau vers le soleil, nous obtenions une image très brillante dont l'éclat ne nous permettait pas de bien juger de sa netteté. Nous dirigeâmes alors le tuyau vers le sommet du Marboré, situé à 30 kilomètres environ de notre station. C'était le point fixe le plus éloigné de notre horizon. Nous avons pu ainsi déterminer, avec une exactitude suffisante pour nos observations ultérieures, le foyer sidéral de notre objectif.

» L'objectif était muni de deux diaphragmes de 0^{m},005 de diamètre, placés l'un devant l'autre de manière à intercepter les rayons divergents et à ne laisser passer que le faisceau central.

» Dans ces conditions, nous avons fait une épreuve instantanée du soleil. L'épreuve s'étant trouvée solarisée, nous avons réduit le diamètre du diaphragme supérieur à $0^m,002$.

» Une seconde épreuve faite avec l'instrument ainsi modifié nous a donné une image très nette du soleil, dans laquelle on remarque trois taches.

» Une troisième épreuve nous a démontré que ces taches n'étaient pas un accident, mais qu'elles correspondaient à des taches solaires. Cette épreuve a été faite un quart d'heure environ avant le commencement de l'éclipse ; elle porte le n° 1 de la série jointe à notre relation.

» L'éclipse a commencé pour nous à $2^h\ 3^m$ (heure du télégraphe électrique de Bagnères).

» L'épreuve n° 2 a été faite à $2^h\ 9^m\ 30^s$

» L'épreuve n° 3, faite à $2^h\ 17^m\ 30^s$ offrait cette circonstance très intéressante que la grande tache située dans la partie inférieure du disque solaire était à moitié cachée par le bord oriental de la lune. Cette épreuve ayant été gâtée par la maladresse d'un de nos aides, nous regrettons de ne pouvoir la produire.

» Nous avons pu cependant remarquer que la partie apparente de la tache se séparait de la partie occultée par une ligne très nette.

» L'épreuve n° 4 a été faite à $2_h\ 37^m\ 30^s$

» L'épreuve n° 5 a été faite à $2^h\ 53^m\ 45^s$ (1)

» L'épreuve n° 6 a été faite à $3^h\ 14^m$

» C'était le moment où l'occultation avait dépassé de 3^m son maximum. On remarquera sur cette épreuve une auréole qui entoure dans tous les sens la partie brillante ; peut-être ne faut-il voir là qu'un effet de diffraction. Ce qui donnerait quelque probabilité à cette hypothèse, c'est qu'au moment de la plus grande occultation, les pierres rougeâtres avaient pris une teinte vert olive ; les pierres grises avaient bleui ; les visages des personnes étaient blafards.

(1) Une épreuve faite à $3^h\ 11^m$, moment du maximum d'occultation, n'a pas donné d'empreinte sensible. La lumière était très faible et de légers brouillards couvraient le soleil.

» L'épreuve n° 7 a été faite à 3h 19m
» L'épreuve n° 8 a été faite à 3h 39m 30s
» L'éclipse s'est terminée pour nous à 4h 19m

» La vaste plaine de nuages dominée par notre station s'est élevée peu à peu à mesure que l'occultation augmentait. Elle a atteint la plus grande hauteur au moment du maximum de l'occultation; elle s'est abaissée ensuite progressivement à mesure que le disque solaire émergeait sur le bord occidental de la lune.

» La température a suivi une marche inverse; le minimum a eu lieu au point de la plus grande occultation; il a fait pendant quelques instants un froid très vif.

» Le collodion employé dans nos opérations a été préparé selon la formule que vient de donner M. Lyte dans le *Bulletin de la Société photographique de Londres.*

» M. Lyte avait demandé à l'Observatoire de Paris les moyens nécessaires pour faire des observations plus complètes et plus circonstanciées. Sa demande étant restée sans réponse, il a dû faire fabriquer à la hâte les instruments qui étaient indispensables et dont l'imperfection ne le cédait qu'à la rusticité de leur installation au poste élevé qui avait été choisi. »

— Voici le mode suivi pour la préparation du collodion employé dans les opérations ci-dessus, tel qu'il a été décrit par M. Lyte dans le Journal de la Société photographique de Londres.

Pyroxyline. — J'aime mieux me servir de papier pour la confectionner que de lin ou de coton. Il me semble qu'il donne une pellicule plus amorphe qu'aucune autre matière. Le papier que j'emploie est le papier à cigarettes, que l'on fait habituellement de toile de lin et qui offre l'avantage d'imbiber facilement les acides.

Prenez : Acide azotique (densité, 1,38), 200 centim. cubes.
— sulfurique (densité, 1,84), 500 —
Azotate de potasse sec en poudre, 150 grammes.
Papier, 20 —

Mettez d'abord le nitre dans l'acide azotique et remuez jusqu'à ce que le sel soit presque dissous. Ajoutez ensuite l'acide sul-

furique, et plongez un thermomètre dans le mélange; celui-ci doit marquer environ 55° centigr. Si la température se trouvait être au-dessus ou au-dessous de 55°, il faudrait la porter à ce point soit par une application prudente de la chaleur nécessaire, soit en laissant refroidir le mélange dans un vase couvert le temps voulu. — Lorsque la liqueur est arrivée à la température demandée, on y plonge le papier que l'on a eu soin de couper préalablement en petits carrés. Ceux-ci doivent être jetés dans l'acide un à un, et immergés au moyen d'une baguette de verre; on laisse ensuite le vase couvert et en repos pendant une heure environ, et l'acide en excès ayant été décanté, on jette la masse restante dans un seau d'eau froide, en séparant aussi vite que possible les uns des autres les morceaux de papier, afin de rendre plus prompte l'abstraction de l'acide. On complétera le lavage du papier en le laissant pendant plusieurs heures dans une eau courante, ce qui se fait le mieux en le mettant dans un filet que l'on place dans une rivière ou dans tout autre courant d'eau limpide. Pour terminer, on le trempe pendant quelques heures dans une solution d'acétate de soude (10 grammes par litre d'eau), après quoi on le lave encore dans de l'eau pure, et on le fait sécher au soleil ou dans une chambre chaude.

Collodion. — Prenez :

Éther parfaitement rectifié à 62-68°, 1 litre.
Pyroxyline, ... 8 à 10 grammes.

Ajoutez la pyroxyline à l'éther et secouez le mélange fortement; dès que la proportion voulue d'alcool aura été ajoutée, on verra le papier devenir transparent et se désagréger. On continue ensuite les secousses jusqu'à ce que la dissolution soit complète.

L'éther du commerce renferme des proportions variables d'alcool, de sorte qu'il est assez difficile d'obtenir un éther de force constante en différents lieux.

Par la méthode exposée ci-desus, on fait une sorte d'analyse approximative de l'éther, et le collodion contient toujours une proportion définie d'alcool. On devra d'abord laisser

déposer le collodion et puis le décanter. Il devra être conservé dans un lieu obscur et frais.

Solution iodante. — Prenez :

Iodure de sodium	10 grammes
— de cadmium	17,5
Bromure de cadmium	6
Alcool à 95-98 p. 100.	1 litre.

Mêlez et conservez la solution filtrée dans un flacon propre. Cette liqueur iodante doit être mêlée au collodion dans la proportion de 1 partie de la première pour 3 du dernier, et le mieux est de ne l'employer que quelques heures après que le mélange en a été fait. C'est même seulement au bout de vingt-quatre heures qu'elle acquiert toutes ses qualités. De tous les collodions dont je me suis servi celui-ci, est de beaucoup le plus actif; il conserve d'ailleurs pendant plusieurs mois une sensibilité uniforme et fournit une pellicule dense et amorphe. L'iodisation par une solution iodante au sodium et au cadmium permet l'emploi d'une plus grande proportion de bromure que si l'on s'était servi d'un sel de potassium; d'un autre côté, la tendance à l'opacité qui résulte de la présence de sels d'ammonium se trouve évitée.

L'iodure de sodium doit être sec et non cristallisé, et devra être conservé dans un flacon bien bouché. On peut l'obtenir très pur soit en décomposant l'iodure de fer par du carbonate de soude, soit en traitant l'un par l'autre des équivalents d'iodure de potassium et de bitartrate de soude, dissous séparément dans la plus petite quantité possible d'eau bouillante; les dissolutions étant mêlées, on y ajoute le quart de leur volume d'alcool, et on filtre après le refoidissement. La liqueur filtrée donne, par l'évaporation, de l'iodure de sodium très pur.

Toxicologie. *Action du curare.* — M. Arm. Moreau a communiqué à la Société une note dans laquelle il étudie l'action du curare sur la Torpille et montre par des expériences variées que les nerfs musculaires sont paralysés longtemps avant que les nerfs électriques et les autres organes du système nerveux (centres nerveux et nerfs de sentiment) aient perdu leurs pro-

priétés physiologiques. Les nerfs électriques ayant avec les nerfs moteurs une grande analogie, cette différence d'action de ce réactif physiologique offre quelque chose d'inattendu. M. Moreau, à l'occasion de ces recherches, ajoute:—Le curare est, on le sait, un réactif physiologique très puissant, que les médecins essayent actuellement d'utiliser comme agent thérapeutique. Ainsi, ces jours derniers, à l'hôpital de l'Enfant-Jésus, un jeune garçon atteint de la rage a été soumis à l'action du curare. Cette médication ne peut être jugée d'après ce cas particulier, car elle a été interrompue de bonne heure et remplacée par une autre. Tout en reconnaissant que dans une maladie telle que la rage, qui n'a jamais été guérie, ce soit un devoir pour le médecin que de tenter des traitements nouveaux, on doit remarquer que le curare ayant pour action essentielle la propriété de paralyser les nerfs moteurs ou de diminuer leur excitabilité, son emploi est loin d'être indiqué dans la rage au même titre que dans d'autres affections.

Le tétanos étant caractérisé par des contractions violentes et persistantes offre l'exemple d'une affection dans laquelle l'excitabilité du système nerveux moteur est remarquablement exagérée. Aussi l'emploi du curare est-il rationnel et paraît-il devoir être profitable dans cette affection.

M. Vella (de Turin) a eu le mérite de l'employer le premier et le bonheur de voir un de ses malades, blessé de la campagne d'Italie, sortir guéri de l'hôpital. Dernièrement ce physiologiste a présenté à l'Académie des sciences de Paris un travail dans lequel il montre par des expériences que le curare doit être considéré comme l'antidote de la strychnine. Il précise avec soin les doses et détermine les conditions dans lesquelles un animal empoisonné par la strychnine et voué à une mort prochaine est guéri par l'ingestion du curare dans les veines.

Si, dans ces expériences où il combat à l'aide du curare l'influence de la strychnine déjà absorbée, il peut arriver à affirmer que l'animal sera guéri ou périra suivant qu'on lui administrera ou non le curare, tout le monde comprend que cette précision est impossible à obtenir dans le traitement du tétanos, affection moins simple que celle qui résulte de l'ingestion de la strychnine dans l'économie, et qui exige, pour être bien

traitée, des tâtonnements nombreux relatifs aux doses et comporte sans doute aussi des indications thérapeutiques multiples en rapport avec sa complexité même.

Aussi cette question intéressante demande-t-elle encore de longues recherches cliniques.

— M. Giraldès a fait remarquer à ce sujet la nécessité d'insister sur le dosage du curare dans toutes les recherches et sur la manière dont il est introduit dans l'économie. La muqueuse digestive a été considérée, il y a quelques années, encore, comme inapte à l'absorption de cette substance, et, depuis, des expériences ont définitivement montré que l'absorption avait lieu aussi par cette voie. Comme, en outre, l'origine de cette substance est encore inconnue, il serait vivement à souhaiter que la curarine fût isolée et que les dosages fussent faits sur ce principe actif et non pas sur cette espèce d'extrait que l'on nomme curare et qui n'est pas toujours le même.

— M. J. Regnauld a dit à cette occasion qu'ayant eu entre les mains à la Pharmacie Centrale un flacon bouché depuis dix ans peut-être et contenant du curare à l'état de pâte très molle et offrant l'aspect du cirage, il l'a trouvé très actif, mais que, plusieurs mois après, ayant essayé cette substance qui avait été laissée dans un flacon ouvert, il l'a trouvée sans action.

— M. Dareste ayant fait remarquer que M. Matteucci a publié tout récemment des expériences sur le sujet traité par M. Moreau (*Nuovo Cimento*, août 1860) et ayant demandé à M. Moreau si les résultats obtenus de part et d'autre sont concordants, M. Moreau a répondu que dans le travail cité par M. Dareste, il est dit que les Torpilles soumises à l'action du curare ont offert les mêmes contractions que les Torpilles saines quand on excitait la moelle épinière, et qu'en outre le pouvoir électromoteur a paru aussi le même. Or le premier effet du curare étant de paralyser les nerfs de mouvement, il est manifeste que les Torpilles n'étaient pas empoisonnées. La substance avait été placée sous la peau, et l'absorption est là moins sûre et moins prompte que dans les veines. C'est peut-être à cette circonstance et à l'emploi d'une dose trop faible qu'il faut attribuer l'absence des signes

caractéristiques de l'intoxication par le curare, plutôt encore qu'à l'emploi d'un curare particulier et inoffensif. Sans doute on peut recevoir des pays étrangers des curares différents ; il a vu M. Cl. Bernard essayer une substance désignée sous ce nom, et reconnaître que le principe actif était le même que celui de l'Upas anthiar. Les propriétés physiologiques de l'anthiarrhine sont connues et bien différentes de celles du curare. Mais toutes les fois qu'un physiologiste parle du curare, il est certain qu'il parle d'une substance possédant la propriété de paralyser rapidement les nerfs de mouvement. J'ajouterai enfin, a dit encore M. Moreau, que le paragraphe relatif à l'action du curare ne m'a paru être qu'un détail dans le travail considérable que M. Matteucci publie sur le pouvoir électromoteur de l'organe de la Torpille, et pour cette raison, si une inexactitude s'est glissée dans ce travail, on voit qu'elle ne touche qu'à un point de détail abordé pour ainsi dire en passant par l'auteur, et qu'elle n'a pas rapport au sujet principal.

Séance du 17 novembre 1860.

Chimie. — On a entendu dans cette séance la note suivante de M. Jules Regnauld, professeur à la Faculté de médecine, *sur les phénomènes consécutifs à l'amalgamation du zinc, du cadmium et du fer.*

« La première expérience relative à l'influence de l'amalgamation sur le rôle électrochimique d'un métal remonte à 1826, elle est due à H. Davy (1). L'observation de ce savant illustre prouve que, dans un couple voltaïque où du zinc ordinaire, d'un côté, et du zinc amalgamé, de l'autre, plongent au sein d'un liquide actif, le premier est positif par rapport au second. Cela revient à dire que le zinc amalgamé s'attaque plus que le zinc ordinaire. Le même fait se vérifie avec le zinc pur comparé au zinc qui a subi l'amalgamation.

» J'ai déjà eu l'occasion de rappeler ailleurs (2) les diverses théories qui ont été proposées pour faire connaître l'origine de ce singulier phénomène.

(1) *Philosophical Transactions*, 1826, p. 405.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, tome 44, p. 484.

» Ces théories ont été émises par Davy (1), par MM. Faraday (2) et Becquerel (3); elles n'ont été données, du reste, par ces physiciens, que d'une façon intercurrente, sans développements ni expériences à l'appui.

» Les hypothèses des physiciens que je viens de citer ne m'ayant pas semblé suffisantes, j'ai été amené à chercher une explication nouvelle dans laquelle j'ai fait entrer en ligne les phénomènes thermiques liés d'une façon intime à l'amalgamation du zinc. Si petite, en effet, que l'on suppose l'affinité du zinc pour le mercure, l'élévation du premier de ces métaux dans l'ordre des affinités positives par le fait de sa combinaison avec un métal plus électro-négatif est contraire à toute prévision fondée exclusivement sur des considérations chimiques.

» Qu'il me soit permis de rappeler l'ensemble des raisonnements fort simples qui m'ont guidé dans la solution de ce problème. Lorsque le zinc normal, c'est-à-dire à l'état solide, est plongé dans un liquide sur lequel il réagit en se dissolvant, ce corps, en s'engageant dans la combinaison, prend l'état de liquide. La quantité de chaleur nécessaire pour lui donner cette nouvelle constitution moléculaire est représentée par une diminution dans le nombre des calories qui est l'expression et la mesure de l'affinité exercée pendant la réaction chimique.

» Cela étant posé, remarquons que l'amalgamation du zinc comprend deux phénomènes distincts : la liquéfaction de ce métal par le mercure, et la formation d'un alliage, c'est-à-dire d'un composé chimiquement défini. Quelle que soit la grandeur de l'affinité mise en jeu pour effectuer cette combinaison, elle est représentée par un dégagement de chaleur qui se trouve en moins dans l'amalgame. La liquéfaction du zinc s'exprime, au contraire, par un certain nombre de calories qui se confinent dans l'alliage comme chaleur de constitution.

(1) Recueil cité.

(2) *Experimental Researches in Electricity*, 1839, p. 306, § 104.

(3) *Traité de l'Electricité*, 1854, t. 1, pag. 221.

» Le zinc amalgamé, et par suite préalablement liquéfié par le mercure, soumis à l'action d'un liquide actif, l'acide sulfurique étendu, par exemple, pénètre dans la molécule saline sans changement d'état. Il n'y a donc pas d'autre déficit sur la quantité de chaleur correspondant à l'action chimique accomplie que celle qui manifeste la perte nécessaire pour la destruction de l'alliage. Si l'on compare électrochimiquement le zinc amalgamé au zinc normal, le phénomène observé dépend en réalité de la différence de deux actions de signes contraires, de la chaleur ou affinité positive gagnée par la liquéfaction, de la chaleur ou affinité positive perdue par le fait de la combinaison avec le mercure. Si le zinc amalgamé est électropositif par rapport au zinc solide, même pur, j'attribue ce résultat à ce que ce métal exige pour passer à l'état liquide un nombre de calories plus grand que celui qui est dégagé pendant son union chimique avec le mercure.

» Tel est le phénomène observé consécutivement à l'amalgamation du zinc, et telle aussi l'explication que j'ai cru pouvoir en proposer. Il était intéressant de savoir si, avec d'autres métaux, les choses se passent de la même façon, car on pouvait espérer ainsi rendre général ce qui n'était encore que particulier. M. Gaugain (1) s'est occupé de résoudre cette question, et son choix s'est tout d'abord porté sur le cadmium, métal extrêmement voisin du zinc par ses affinités chimiques. M. Gaugain a constaté un fait intéressant dont j'ai pu vérifier l'entière exactitude : le cadmium, soit en lames amalgamées superficiellement, soit à l'état d'amalgame pâteux ou liquide, est constamment électronégatif par rapport au même métal libre et solide. Ainsi le cadmium, si rapproché du zinc, se comporte d'une façon absolument inverse lorsqu'il est soumis à une action complétement identique.

» La théorie que j'ai proposée pour le zinc permet de donner la solution de ce résultat, qui paraît fort étrange au premier aperçu. Faisons observer d'abord que l'ensemble des propriétés chimiques du cadmium conduit à admettre que son module thermochimique, relativement au mercure, est très

(1) *Comptes rendus*, t. 42, p. 430. — *L'Institut*, 1856.

peu inférieur à celui du zinc. Ce sont, en d'autres termes, deux métaux qui, en s'unissant chimiquement au mercure, dégagent à très peu près le même nombre de calories.

» D'un autre côté, l'examen des nombres qui représentent leurs chaleurs latentes de fusion donne :

	Chaleur latente de fusion.
Zinc	28,13 (Person)
Cadmium	13,66 (Person)
Différence	14,47

» On voit que la chaleur latente de fusion du zinc est plus de deux fois supérieure à celle du cadmium.

» Il me semble aisé de déduire de cette comparaison la cause des effets inverses produits par l'amalgamation du zinc et par celle du cadmium. Le zinc devient électropositif parce qu'il fixe plus de chaleur en se liquéfiant dans le mercure qu'il n'en perd en se combinant avec lui. Le cadmium, dont le rang au point de vue de l'affinité est à peu près le même que celui du zinc, possède une chaleur latente de moitié plus faible; en se combinant au mercure, il dégage plus de chaleur qu'il n'en gagne par la liquéfaction, son affinité positive décroît: amalgamé, il est plus électronégatif qu'à l'état de liberté.

» Voilà l'interprétation que m'a fournie l'analyse des données du problème; j'ajoute que les caractères électrochimiques présentés par l'amalgame du cadmium m'ont conduit à réaliser une expérience fort simple, mais qui est un criterium sûr de la valeur de l'hypothèse sur laquelle repose ma théorie.

» Le zinc, ai-je dit, devient électropositif parce qu'en s'amalgamant il fixe plus de chaleur qu'il n'en dégage; le cadmium électronégatif, parce que, dans les mêmes circonstances, il dégage plus de chaleur qu'il n'en absorbe. Le premier doit donc, au moment de l'amalgamation, déterminer un abaissement, le second une élévation de température. Vu la complication des phénomènes, il était possible que la résultante thermométrique fût très petite, mais on était en

droit d'espérer que le sens du phénomène n'échapperait pas à une investigation attentive. En réalité, l'expérience donne un résultat d'une netteté parfaite, et on peut dire même que la grandeur des quantités le rend presque grossier.

» Dans un tube de verre fermé à une de ses extrémités, on introduit 20 gr. de mercure pur et un thermomètre à petit réservoir permettant facilement la lecture du cinquième de degré centigrade. D'un autre côté, on prépare 2 gr. de limaille fine de zinc que l'on place dans un tube semblable au précédent. On attend que la température des deux métaux se mette en équilibre avec celle de la pièce dans laquelle se fait l'expérience.

» Dans une première expérience, le thermomètre cessa de baisser après une demi-heure; la température du zinc et du mercure était de + 10°. Le mercure fut versé dans le tube contenant la limaille de zinc, et en agitant avec précaution pour déterminer le contact, l'amalgamation commença à s'opérer. Aussitôt le thermomètre a baissé et la colonne est restée quelque temps stationnaire à +7°,5. La température du mélange pendant l'amalgamation du zinc a donc diminué de 2°,5.

» La même expérience préparée simultanément pour le cadmium a donné le résultat suivant. Immédiatement après la projection du mercure dans la limaille et l'agitation, la colonne thermométrique s'est élevée progressivement et a atteint son maximum à + 13°. La température du mélange durant l'amalgamation du cadmium a donc augmenté de 3°. Ces deux expériences répetées plusieurs fois ont donné des résultats remarquablement constants.

» En résumé, cette réalisation complète d'une prévision suggérée par la théorie que je viens de développer me paraît la meilleure confirmation qui se pût fournir en faveur de l'hypothèse qui m'a dirigé dans ces recherches.

» Je terminerai ce premier travail par quelques observations relatives à l'influence de l'amalgamation sur le fer. Admettant, d'après l'élasticité de ce métal, que sa chaleur latente de fusion est grande, j'ai espéré trouver dans cet exemple un

moyen de confirmer ou d'infirmer les opinions précédemment émises.

» J'ai d'abord constaté que le fer peut être facilement amalgamé, comme l'a prévu M. Cailletet, par le procédé qu'il a indiqué pour l'aluminium (1).

» En employant des lames de fer comme *catode*, successivement dans une solution de nitrate mercureux, puis, après lavage, dans de l'eau aiguisée de $\frac{1}{20}$ d'acide sulfurique, on les amalgame de la façon la plus complète.

» Or, en comparant des lames identiques de fer pur sans carbone ni silicium, obtenu par le procédé de M. Péligot, les unes amalgamées, les autres libres, j'ai reconnu que, comme pour le zinc, la lame amalgamée est toujours électropositive par rapport à celle qui n'a pas subi l'action dissolvante du mercure.

» Ce résultat expérimental était une conséquence de ma théorie. Car si l'on admet, avec M. Person (2), au moins comme approximation suffisante dans l'espèce, que les chaleurs de fusion des métaux sont proportionnelles à leurs coefficients d'élasticité, la chaleur latente du fer doit être exprimée par un nombre de calories plus de deux fois supérieur à celui du zinc.

» En effet, partant de cette relation et prenant pour coefficients d'élasticité les nombres qui résultent des consciencieuses recherches de M. G. Wertheim (3), on trouve :

	Chaleur latente de fusion.	Coefficient d'élasticité.
Zinc	28,13 (Person)	9,021 (Wertheim)
Fer	64,84 (calculée)	20,794 (Wertheim)

Ainsi le fer, qui n'est pas éloigné du zinc par ses affinités, mais dont la chaleur latente de fusion est beaucoup plus considérable, condense de la chaleur en se liquéfiant dans le mercure, et, ainsi que le zinc, s'élève dans l'ordre des affinités positives.

» Je donnerai dans un prochain mémoire le détail d'ex-

(1) *Comptes rendus*, tome 44, p. 1250. — *L'Institut*, 1857.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. 24, p. 265.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, — t. 12, p. 385.

périences qui prouvent que les fers doux et même les aciers deviennent tous électropositifs en s'amalgamant; mais qu'il me soit permis aujourd'hui de prendre date relativement à un fait incident que l'étude des propriétés du fer m'a fourni l'occasion de mettre en évidence.

» Je me suis proposé de savoir si la constitution physique de l'acier avant ou après la trempe ne modifie pas d'une façon permanente ses affinités chimiques. Or j'ai reconnu, en expérimentant sur un grand nombre d'aciers d'origines très diverses, que tout acier trempé est électronégatif par rapport au même acier non trempé.

» Appliquant à deux états d'un même corps les idées qui ont servi de guide dans la première partie du présent travail, et remontant des propriétés chimiques aux propriétés thermiques et mécaniques, n'est-on pas autorisé à penser que la chaleur de constitution de l'acier trempé est moindre que celle de l'acier recuit? Dans l'acier, formé chimiquement des mêmes éléments, mais soumis à des conditions spéciales de refroidissement qui laissent subsister un groupement anomal et persistant des molécules, cette diminution de la quantité de chaleur serait la cause sinon l'explication de la constitution mécanique si différente avant ou après la trempe.

» Lorsque des expériences en voie d'exécution seront terminées, je reviendrai sur ce sujet avec les développements qu'il me paraît exiger. »

Séance du 24 novembre 1860.

Mécanique. — M. de Caligny a communiqué dans cette séance quelques développements théoriques sur ses machines à comprimer de l'air au moyen des chutes d'eau. On renvoie, pour abréger, à ses communications antérieures sur ce sujet, publiées dans *l'Institut*.

L'auteur rappelle d'abord que tous ses appareils à élever de l'eau au moyen du mouvement acquis des colonnes liquides, peuvent être transformés en machines soufflantes ou à compression d'air. Les formules au moyen desquelles on calcule le travail nécessaire pour comprimer de l'air à une tension donnée, ou le travail résultant de la tension de ce fluide,

sont très connues. On en trouve la démonstration dans l'Introduction à la mécanique industrielle de M. Poncelet, avec la table des logarithmes hyperboliques dont on se sert dans ces formules.

M. de Caligny, au moyen de ces formules, examine dans quelles limites on peut combiner le travail de la détente de l'air sur le mouvement en retour de la colonne liquide comprimante, de manière à supprimer toute espèce de soupape à l'intérieur de cette colonne liquide, sans se priver au besoin de l'oscillation de décharge en général, par une troisième branche qui permet d'approfondir le point de départ de la colonne oscillante, sans laisser retomber *inutilement* sur le bief d'aval ce qui reste d'eau dans la branche où l'air a été comprimé.

Il est clair que si, comme dans le bélier hydraulique, l'oscillation en retour vers le bief d'amont faisait toujours redescendre l'eau au-dessous de la soupape d'évacuation, cette dernière condition serait tout naturellement remplie.

Mais s'il est en général facile de l'obtenir pour les petites chutes, par des combinaisons depuis longtemps communiquées à la Société, il faut tenir compte, pour les grandes chutes, de ce qu'une colonne liquide d'une grande hauteur doit être refoulée vers le bief d'amont, et, dans tous les cas, la pression atmosphérique agissant sur le bief d'amont doit être ajoutée à celle de la colonne qu'il s'agit de refouler, si l'on veut qu'un volume d'eau égal à celui de la chambre de compression soit en entier refoulé vers ce bief à chaque période.

Mais si l'on veut qu'une fraction assez grande de ce volume soit tout simplement rejetée au bief d'aval, il suffit de pouvoir disposer de la détente d'une assez petite quantité d'air convenablement comprimé, pour refouler la colonne liquide vers l'amont, seulement de manière qu'à l'époque où celle-ci sera réduite au repos, cette détente ait réduit la tension de l'air à celle de l'extérieur. En effet, si toutefois le tuyau de conduite contenant la grande colonne liquide est assez longue par rapport à la chute, la soupape d'évacuation étant ouverte par les moyens précédemment communiqués à la Société, la

pression de la longue colonne n'agit pas à cette extrémité comme si tout était fermé, à cause d'un phénomène résultant des effets de l'inertie, conformément à des expériences communiquées aussi à la Société depuis longtemps. Il en résulte que la colonne liquide qui doit sortir, quoique pouvant être d'une très-petite hauteur par rapport à l'autre, étant d'ailleurs beaucoup plus courte, a non-seulement le temps de sortir au bief d'aval avant un retour trop sensible de l'autre, mais a même le temps de sortir par une oscillation de décharge, de manière que son niveau baisse notablement au-dessous de celui du bief d'aval en contre-bas duquel la branche de décharge est convenablement plongée.

On savait déjà, par des communications antérieures de M. de Caligny, que la suppression de toute soupape à l'intérieur du grand tuyau de conduite était possible; ce qui vient d'être dit a pour but d'expliquer encore mieux, au besoin, comment il croit pouvoir obtenir ces effets variés au moyen d'une seule soupape à eau fonctionnant d'elle-même, en vertu du principe nouveau de succion présenté à la Société, il y a dix ans, par l'auteur (séance du 2 novembre 1850), sans que l'on soit obligé de se soumettre à des conditions trop gênantes. Quant à la pratique, il est clair que si l'on voulait appliquer cette disposition aux grandes chutes, il faudrait examiner dans quelles limites la longueur du tuyau de conduite ne serait pas trop coûteuse. — Les expériences en grand qu'on fait en ce moment sur une des machines à compression d'air de M. de Caligny, permettront, dit-il, au moyen de l'échauffement de l'air et de l'eau qui en résulte, de constater ce qu'il peut y avoir de vrai dans l'hypothèse d'après laquelle une partie sensible du déchet proviendrait de ce que l'air et l'eau ne peuvent être échauffés en vertu du mouvement acquis de la colonne liquide sans que ce soit aux dépens du travail. Ainsi, abstraction faite du côté pratique, il pense que ces expériences lui permettront de trancher d'une manière définitive une des questions les plus intéressantes que puisse soulever la théorie de la chaleur.

Séance du 1er décembre 1860.

MINÉRALOGIE. — Une note sur les propriétés pyro-électriques de quelques cristaux bons conducteurs de l'électricité a été lue dans cette séance par M. C. Friedel, conservateur de la collection de minéralogie à l'École impériale des mines.

M. Marbach, dans une communication adressée à l'Académie des sciences en 1855, a signalé un fait remarquable qu'il a observé sur les cristaux de pyrite cubique et de cobalt gris. Il a reconnu qu'il existe, parmi ces cristaux, deux variétés jouissant de propriétés thermo-électriques opposées, de telle sorte que l'on peut former, avec deux fragments de pyrite convenablement choisis, un couple thermo-électrique ayant un pouvoir électromoteur plus grand qu'un couple bismuth-antimoine, la variété négative étant plus négative que le bismuth, et la variété positive plus positive que l'antimoine.

Espérant découvrir une relation entre ces propriétés électriques et la forme cristalline de la pyrite, j'ai répété, dit M. Friedel, les expériences de M. Marbach. Il a été facile de reconnaître l'existence des deux variétés de pyrite ; mais un examen attentif n'a pas laissé voir la moindre différence cristallographique entre les cristaux possédant les propriétés électriques opposées. Toutefois les beaux cubes provenant de Traverselle (Piémont) montrent souvent en quelques parties de leur surface des places irrégulières, striées d'une manière beaucoup plus fine que le reste de la face, quoique dans la même direction, et faisant naître à l'esprit l'idée de macles analogues à celles du quartz. Lorsqu'on fait scier le cristal à la hauteur de la partie finement striée, on voit que celle-ci est en rapport avec des fentes qui s'étendent dans l'intérieur du cristal et qui paraissent limiter des macles irrégulières.

Ce qui peut donner quelque intérêt à cette observation, c'est que dans les cristaux que j'ai examinés j'ai toujours trouvé les parties finement striées d'un signe électrique opposé à celui des parties brillantes qui les environnent. On pourrait être porté par là à supposer que l'existence des deux variétés de pyrite est liée à celle des cristaux hémièdres de droite et hémièdres de gauche, superposables et par conséquent identi-

ques cristallographiquement lorsqu'ils sont séparés, mais se trahissant dans leurs macles par une différence d'éclat.

Mais l'examen de la forme cristalline de la pyrite pouvait conduire à d'autres recherches. En effet, si l'on considère les deux extrémités d'une des grandes diagonales du cube strié de pyrite, on voit que ces deux extrémités ne sont pas superposables (en tenant compte de la direction des stries). Elles présentent quelque chose d'analogue à ce qui existe dans la boracite, et, par suite, il serait possible que la pyrite, outre les propriétés thermo-électriques dont il vient d'être question, jouît de propriétés pyro-électriques.

La pyrite conduisant bien l'électricité, si elle était pyro-électrique, il était probable qu'elle donnerait non de l'électricité statique, mais de l'électricité dynamique.

Ayant serré les deux angles opposés d'un cristal entre les branches d'une sorte de pince formée de deux fils de platine isolés, communiquant avec un galvanomètre, et ayant introduit la pince et le cristal dans une petite étuve à air, j'ai vu se produire une forte déviation de l'aiguille du galvanomètre. Si la température de l'étuve est stationnaire, quand le cristal a le temps de prendre cette température, l'aiguille revient au zéro ; elle le dépasse et marche en sens contraire de la première déviation, si la température de l'étuve s'abaisse, ou si l'on retire la pince, pour laisser le cristal se refroidir à l'air libre. Il y a donc inversion du courant quand la variation de température change de signe. Ces phénomènes ont été constatés sur un grand nombre de cristaux ; ils présentent tous les caractères de la pyro-électricité.

Toutefois je n'ose pas encore conclure à l'existence de la pyro-électricité dans la pyrite, à cause de l'impossibilité où je me suis trouvé d'expérimenter sur un cristal homogène. Dans le grand nombre de cristaux que j'ai examinés, je n'en ai pas trouvé un seul dans lequel on ne parvînt pas à reconnaître la présence simultanée des deux variétés découvertes par M. Marbach. Cette non-homogénéité peut influer de deux manières : soit en constituant dans le cristal même des couples thermo-électriques, soit en produisant des courants pyro-électriques de sens contraires dans les différentes parties du cristal. Ce qui pour-

rait faire supposer que c'est de la seconde manière que les macles troublent la direction des courants observés, c'est qu'un prisme scié parallèlement à la grande diagonale d'un cube de pyrite, ayant montré à ses deux extrémités, séparées par une sorte de fente naturelle, les propriétés opposées des deux variétés de M. Marbach, a donné également, dans ses différentes parties, des courants de sens contraires lorsqu'on les a chauffées dans la pince de platine.

Ces expériences sur la pyrite devaient trouver une vérification dans celles qu'on pouvait faire sur diverses autres substances. Le cuivre gris se présentait naturellement comme une des premières à examiner. Avec le galvanomètre à fil court qui m'avait servi, j'ai pu à peine constater quelques indices de déviation. Ayant eu depuis à ma disposition, grâce à la complaisance de M. Ruhmkorff, un galvanomètre de 20 000 tours, j'ai pu reconnaître de la manière la plus nette l'existence de la pyro-électricité dans ce minéral. Il est très-difficile d'avoir des cristaux isolés de cuivre gris; cependant un cristal de Ténez a donné dans la direction des quatre diagonales du cube (c'est-à-dire des quatre sommets aux bases opposées) des courants de même sens, avec inversion par le refroidissement (1).

Le même galvanomètre a pu servir à constater qu'au rouge la tourmaline et le pyroxène deviennent assez bons conducteurs pour donner passage à des courants thermo-électriques. Le mode de chauffage employé était trop imparfait pour qu'il fût possible de s'assurer s'il y avait dans ce cas développement de pyro-électricité.

Séance du 15 décembre 1860.

GÉOMÉTRIE.— Voici le résumé d'une note *sur la transformation par rayons vecteurs réciproques*, communiquée dans cette séance par M. Mannheim.

(1) Depuis cette communication, j'ai pu constater le même phénomène, avec une égale régularité, sur un cristal de cuivre pyriteux de Ténez, soit à l'aide d'un galvanomètre de 8 000 tours, appartenant au cabinet de physique de l'École polytechnique, soit même à l'aide du galvanomètre à fil court. F.

L'auteur commence par définir ce qu'il nomme un *pôle principal* de transformation. Il définit ainsi un point par rapport auquel une figure est à elle-même sa transformée. Il énonce et démontre ensuite les propriétés suivantes :

1° Propriétés relatives aux courbes planes.

Lemme. « Lorsque des cercles ont même centre radical, il » en est de même de leurs transformées par rapport à un » point quelconque de leur plan pris pour pôle de transfor- » mation. »

Prop. 1. « Lorsqu'une courbe admet un pôle principal, il en » est de même de sa transformée obtenue par rapport à un » pôle quelconque pris dans son plan. »

2. « Lorsqu'une courbe a un axe, sa transformée, par rap- » port à un pôle quelconque, a pour pôle principal le centre » de la circonférence qui correspond à l'axe. »

Une courbe ayant un axe peut être considérée comme ayant un pôle principal à l'infini.

3. « Lorsqu'une courbe a un pôle principal, on peut la » transformer d'une infinité de manières en une courbe ayant » un axe ; le lieu des pôles de transformation est une circonfé- » rence ayant son centre au pôle principal. »

2° Propriétés relatives aux surfaces.

Lemme. « Lorsque des sphères ont même centre radical, il » en est de même de leurs transformées par rapport à un pôle » quelconque. »

Prop. 1. « Lorsqu'une surface a un pôle principal, il en est » de même de sa transformée par rapport à un pôle quel- » conque. »

2. « Lorsqu'une surface a un plan principal, sa transformée » a pour pôle principal le centre de la sphère correspondant à » ce plan. »

Une surface qui a un plan principal peut être considérée comme ayant un pôle principal à l'infini.

3. « Lorsqu'une surface a un pôle principal, on peut la » transformer d'une infinité de manières en une surface ayant

» un plan principal. Tous les pôles de transformation satisfai-
» sant à cette condition sont sur une sphère.

4. « Lorsqu'une surface est de révolution, sa transformée
» a un plan principal et admet une infinité de pôles de trans-
» formation situés en ligne droite. »

5. « Réciproquement, lorsqu'une surface a une infinité de
» pôles principaux en ligne droite, on peut la transformer
» d'une infinité de manières en surfaces de révolution ; les
» pôles de transformation satisfaisant à cette condition sont
» sur une circonférence située dans le plan principal que pos-
» sède nécessairement la surface. »

— A l'occasion d'une communication faite à l'Académie des sciences relativement aux ombres des surfaces héliçoïdales, M. Bour énonce le théorème suivant :

Considérons l'héliçoïde qui forme la surface du filet de la vis triangulaire et l'intersection d'un cylindre circonscrit à cette surface avec un plan perpendiculaire à l'axe de la vis.

Cette courbe, qui limite l'ombre portée par la surface héliçoïdale sur le plan, jouit de la propriété d'avoir pour caustique une cycloïde, et cela quelle que soit la direction des génératrices du cylindre circonscrit.

En d'autres termes, si l'on considère, dans le plan de la courbe que nous étudions, des rayons parallèles, perpendiculaires aux génératrices du cylindre d'ombre, ces rayons venant se réfracter sur cette courbe se trouveront ensuite être tous normaux à une certaine cycloïde, ou, si l'on veut, tangents à une autre cycloïde inversement placée.

Appelons h le pas de la vis ; a l'angle que fait avec l'axe de cette vis la droite génératrice de la surface héliçoïdale ; b l'angle formé avec le même axe par la direction des génératrices du cylindre circonscrit :

1° Le diamètre du cercle générateur de la cycloïde est

$$\frac{h}{2\pi} \operatorname{tg} b ;$$

2° L'indice de la réfraction convenable est

$$-\frac{\operatorname{tg} a}{\operatorname{tg} b}.$$

Séance du 22 décembre 1860.

GÉOMÉTRIE. *Application de la transformation par rayons vecteurs réciproques à l'étude des anticaustiques.* — Voici le résumé d'une communication faite, sous ce titre, par M. Mannheim :

L'auteur adopte l'expression d'*anticaustique* introduite par Jacques Bernouilli pour désigner la trajectoire orthogonale des rayons réfléchis que M. Quetelet a étudiée sous le nom de *caustique secondaire*. Il étend cette expression au cas de la réfraction.

Lorsque l'on considère les anticaustiques comme enveloppe de cercles dont les centres décrivent la ligne dirimante et dont les rayons sont proportionnels aux distances de leurs centres au point lumineux, elles se composent de deux parties qui correspondent à des indices de réfraction égaux et de signe contraire.

Ces deux parties peuvent être des courbes distinctes ou constituer une même courbe. M. M. s'occupe particulièrement de l'une ou de l'autre de ces parties en indiquant le signe de l'indice de réfraction ; quant à l'enveloppe complète des cercles, il la désigne sous le nom d'*anticaustique complète*. Au moyen de la transformation par rayons vecteurs réciproques, M. M. démontre les théorèmes suivants :

1. « Une courbe M et son anticaustique N, correspondant » à un point lumineux F, et à un indice l, ont pour trans- » formées, le pôle étant en F, une courbe N' et son anticaus- » tique M', le point lumineux et l'indice restant les » mêmes. »

La ligne dirimante devient anticaustique et inversement ; réciprocité remarquable.

2. « L'anticaustique N d'une courbe M, pour un point lu- » mineux F et un indice l, a pour anticaustique, pour le » même point lumineux et l'indice $-l$, une courbe sembla- » ble à M. Le point F est le centre de similitude et le rapport de similitude est $\frac{l^2-1}{l^2}$ (1).

(1) M. Bour est arrivé de son côté, par une autre méthode, au même théorème.

Si l'on considère l'anticaustique complète de M, elle se compose de deux branches. Chacune de ces branches a une anticaustique complète.

Ces deux anticaustiques complètes ont une partie commune qui est la courbe semblable à M.

Le théorème 2 montre que l'anticaustique se compose toujours de deux courbes distinctes.

Comme cas particulier du théorème 2, on peut déduire le théorème connu de M. Quetelet : « La caustique secondaire » du cercle est une ovale de Descartes. » En effet, l'ovale de Descartes a pour anticaustique un cercle, donc l'anticaustique du cercle est une ovale de Descartes.

3. « Lorsque le point lumineux est pôle principal de la » ligne dirimante, il est aussi pôle principal de l'anticaustique » complète de cette courbe. La puissance de transformation » est différente. »

Un point quelconque du plan d'un cercle est pôle principal, d'après le théorème 3, il est pôle principal de l'anticaustique complète du cercle correspondant à ce point, donc il est pôle principal de l'ovale de Descartes.

Ces trois théorèmes sont vrais pour les surfaces.

CHIMIE. — Les deux notes suivantes ont été communiquées par M. Berthelot.

1. *Sur l'oxydation que l'alcool éprouve à la température ordinaire sous l'influence de la baryte.*

Ayant eu occasion d'examiner des solutions alcooliques de baryte abandonnées à elles-mêmes pendant plusieurs années dans des flacons mal bouchés, j'ai reconnu qu'il y avait eu formation :

1° De résine d'aldéhyde, ce qui s'accorde avec les faits connus relatifs à l'influence de l'air sur les solutions alcooliques de potasse ;

2° D'acide oxalique en proportion très notable ;

3° D'un acide particulier, volatile, soluble dans l'eau, doué d'une odeur acétique avec nuance empyreumatique. Son sel de baryte est soluble dans l'alcool ordinaire et incristallisable. Il a fourni 56 p. 100 de baryte. Il ne précipite point les sels de chaux, de baryte, de cuivre ni de plomb, ni même les sels

d'argent en solution étendue ; mais il précipite les sels d'argent en solution concentrée, et le précipité ne tarde pas à fournir de l'argent métallique, surtout à l'ébullition. Il en est de même des solutions assez étendues pour ne pas précipiter le nitrate d'argent.

Cet acide est peu abondant. Ses caractères rappellent l'acide acrylique, $C^6 H^4 O^4$, plus que tout autre corps connu, et je suis porté à regarder ces deux acides comme identiques.

La formation de l'acide oxalique aux dépens de l'alcool, sous la seule influence de l'oxygène de l'air, mérite quelque attention. C'est une nouvelle preuve des relations directes et pour ainsi dire nécessaires qui existent entre :

L'alcool	$C^4 H^6 O^2$
Et l'acide oxalique	$C^4 H^2 O^8$

2. *Oxydation de l'acide malique sous l'influence de l'essence de térébenthine.*

Ayant abandonné pendant un an de l'acide malique, de l'eau et de la chaux sous une couche d'essence de térébenthine, j'ai reconnu qu'il y avait formation d'une petite quantité d'acide oxalique. La plus grande masse de l'acide malique demeure inaltérée.

Zoologie. *Sur la fonction des spicules calcaires renfermés dans le manteau de certains Brachiopodes.* — La communication suivante a été faite à la Société par M. Eugène Deslongchamps.

En mai 1854, M. O. Smidt, rendant compte du grand travail de M. Davidson sur les Brachiopodes vivants et fossiles, signalait une lacune assez importante de l'étude anatomique de ces êtres, c'est-à-dire la présence de spicules calcaires d'une forme très élégante dans le manteau, les bras et jusque dans les cirrhes de la *Terebratulina caput serpentis* ; l'auteur ajoutait que l'examen d'autres espèces de la Norwége ne lui avait pas produit de traces d'une pareille organisation.

L'attention fut bien vite éveillée sur un sujet aussi curieux, et très peu de temps après, M. Eudes Deslongchamps retrouvait ces mêmes spicules dans le genre *Morrisia*, où ils sont beau-

coup plus développés. M. Woodward signalait également leur présence dans deux autres espèces, la *Terebratula vitrea* et la *Megerlea truncata*, et au contraire leur absence complète dans les *Waldheimia australis* et *Cranium* et dans la *Rynchonella psittacea*.

Enfin dans son grand et beau travail sur l'organisation des Brachiopodes, M. Hancock ajoutait un fait nouveau, plus singulier encore, que ces spicules ne se rencontraient pas également sur toute la surface du manteau ; mais seulement dans les parties en connexion avec les grands sinus veineux, les bras et la cavité périviscérale.

De ces diverses études, il est résulté clairement que la présence de ces spicules n'est point un fait d'importance première pour l'organisation de ces animaux, puisque certaines espèces en possèdent, tandis qu'au contraire d'autres en sont entièrement privées.

Toutefois, ce fait m'avait vivement intéressé, et j'ai suivi ces petites productions dans tous les Brachiopodes vivants que j'ai eus à ma disposition ; j'ai pu me convaincre alors qu'en passant d'un genre à un autre, le nombre, l'arrangement et la consistance étaient très variables, et, bien plus, que chaque espèce avait, pour ainsi dire, sa forme de spicule caractéristique.

C'est ainsi que, dans les *Argiopes* et *Crânies*, la substance calcaire est amorphe, imbibant seulement le manteau, comme le dit M. Woodward ; on ne peut même se douter de sa présence qu'en faisant sécher une portion du manteau qu'on voit alors devenir comme rigide et prendre une couleur blanchâtre toute particulière (1), ou mieux encore en soumettant ce lambeau à l'action d'un acide affaibli qui provoque une légère effervescence.

(1) Le plus ou moins d'intensité de cette couleur devient un excellent moyen pour reconnaître *à priori* si une couleur est pourvue ou non de spicules ; en faisant sécher le manteau, par exemple de la *Ter. caput serpentis*, on voit que toutes les parties qui sont le siége de cette production calcaire deviennent d'un beau blanc et font entendre un bruissement tout particulier lorsqu'on le déchire avec une pointe d'aiguille.

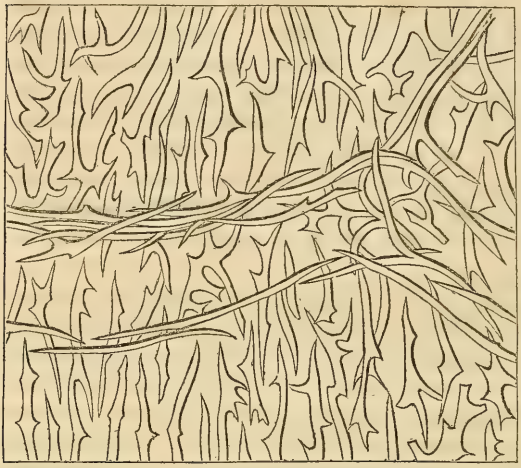
Si on examine ensuite les genres *Kraussia*, *Terebratula*, *Terebratulina*, *Megerlea* et *Morrisia*, on a une série où le nombre et la consistance des portions calcaires croissent d'une manière très rapide, les spicules se superposent quelquefois sur plusieurs plans et mènent l'observateur par des degrés insensibles jusqu'aux Thécidées, dans lesquelles les spicules se soudent entre eux, envahissent tout le manteau et l'encroûtent tellement qu'il n'est plus distinct de la coquille elle-même. Le manteau forme alors cette masse calcaire qui égale en consistance l'appareil brachial lui-même (1), et dont les paléontologistes se sont, souvent en vain, demandé l'explication.

Restait à découvrir la fonction de ces intrus calcaires au milieu de parties vivantes? Le problème, au premier aperçu, paraît difficile à résoudre; rien n'est plus net cependant. Si on se rappelle que nous avons vu les spicules se placer dans le manteau au-dessus des grands sinus palléaux, tapisser toute la cavité viscérale, les bras et jusqu'à l'intérieur des cirrhes, on verra que toutes ces parties sont baignées par le sang veineux circulant librement dans les grandes lacunes du corps; par conséquent ces spicules sont là pour donner protection aux parois peu épaisses des veines; mais un second fait rendra notre conclusion certaine.

Étudions le manteau dans une espèce où ces spicules, quoique très petits, sont cependant fort nets. Dans le genre *Kraussia* par exemple, un lambeau du manteau placé sur le porte-objet du microscope nous offrira tout le trajet d'un des grands sinus indiqué par une foule de petits spicules allongés dans le sens du grand axe de la coquille, et montrant tous à peu près la même forme et la même disposition; mais, outre cela, nous verrons encore d'autres particules calcaires un peu plus allongées, suivant une ligne très étroite et coupant quelquefois à angle droit la direction des autres. Le trajet de ces nouveaux spicules indique, aussi clairement qu'une injection

(1) De là le nom d'appareil palléal donné à ce manteau entièrement calcifié, par opposition avec le nom d'appareil brachial, réservé pour les apophyses servant d'étai aux parties non libres des bras de l'animal.

pourrait le faire, la trace de l'artère, qui suit partout les ramifications du sinus veineux.



La figure intercalée ici représente une portion du trajet de cette artère, grossie à 40 diamètres et pris à l'endroit où cette artère se bifurque. Comme on le voit, la direction des spicules veineux croise ici à angle droit celle des spicules artériels J'ai suivi ce trajet jusque dans ses plus petites ramifications, et partout les particules calcaires accompagnent cette artère comme elles avaient accompagné le sinus veineux.

La petite figure sur bois indique la direction des sinus et des artères qui l'accompagnent sur un des lobes du manteau.

Il n'y a plus de doute possible. Tout cet appareil de spicules a une fonction bien spéciale, bien déterminée, celle de donner protection aux organes circulatoires : un premier système de spicules pour le sang veineux, un second pour le système artériel. Ajoutons, comme nous l'avons dit en commençant, que cette disposition si extraordinaire n'est pas un point essentiel de l'organisation des Brachiopodes en général, puisque nous voyons dans la classe, des espèces où ces spicules sont en nombre prodigieux, jusqu'à égaler en consistance la coquille elle-même, tandis que, dans d'autres, comme les *Lingules*, les *Rhynchonelles*, etc., ces mêmes spicules sont entièrement absents.

Séance du 28 décembre 1860.

PHYSIQUE. *Sur un nouveau principe de thermoscopie. Va-*

riations de température de l'intérieur et de l'extérieur d'un ressort en hélice pendant son allongement. — M. F.-P. Le Roux a fait à la Société dans cette séance la communication suivante :

Je m'occupe depuis longtemps, a-t-il dit, des variations de température qui accompagnent les déformations élastiques des corps. J'ai été amené dans le courant de ces recherches à reconnaître l'exquise sensibilité d'un procédé qu'il eût été difficile d'imaginer *à priori*.

Décrivons d'abord une expérience destinée à mettre en évidence le principe nouveau dont il s'agit. Un morceau de bois dur est creusé d'une cavité profonde qui forme le réservoir d'un véritable thermoscope à air complété par un tube de verre d'un petit diamètre dans lequel se meut un index liquide. On conçoit qu'en plaçant dans cette cavité différents corps élastiques, on pourra, au moyen d'un fil métallique traversant une boîte à cuirs, exercer sur eux des efforts plus ou moins considérables.

En mettant dans le réservoir de ce thermoscope des ressorts en boudin d'acier trempé, et les allongeant par la traction, on est témoin des effets les plus irréguliers en apparence. On observe que la première traction produit généralement un effet de réchauffement, qui diminue et cesse de se manifester au bout de trois ou quatre opérations. Au premier abord je cherchai la cause de ce phénomène dans quelque dérangement de l'appareil, mais comme après avoir démonté et remonté celui-ci plus de dix fois je retrouvai toujours les mêmes résultats, et cela toujours avec les mêmes ressorts, je dus penser à attribuer les effets observés à quelque changement dans l'état de leurs surfaces. Je reconnus alors qu'en les humectant légèrement avec l'haleine, par exemple, on augmentait considérablement les effets. On doit donc attribuer à une couche hygroscopique adhérente à la surface des corps mis en expérience la manifestation de leurs variations de température. On reconnaît d'ailleurs la vérité de cette supposition en humectant légèrement la surface intérieure de nos ressorts, on voit alors la bulle de l'index indiquer un refroidissement.

Ainsi se trouve démontré expérimentalement que dans l'al-

longement d'une hélice métallique les fibres extérieures s'échauffent, tandis que les intérieures se refroidissent, et par conséquent que l'allongement refroidit les métaux, tandis que la compression les échauffe, ce qui du reste avait été vérifié par M. Joule d'une manière directe au moyen d'un couple thermoélectrique et d'un galvanomètre placé dans des conditions exceptionnelles.

Le principe de l'expérience que je viens de rapporter mérite, je crois, quelque attention. Il est certain qu'il sera souvent d'une application plus commode que la pile thermoélectrique. Comme celle-ci, en effet, il permet de localiser l'investigation, mais il a sur elle l'avantage de voir sa sensibilité s'accroître indéfiniment avec le nombre des points où s'opère l'action thermique qu'on veut mettre en évidence, tandis que la pile thermoélectrique doit borner son exploration à un nombre très limité de points.

Je bornerai là ces indications sommaires. Il y aurait encore à examiner toutes les circonstances du rôle de la couche hygroscopique dans le cas qui nous occupe. On peut y remarquer plus d'un fait digne d'intérêt, mais qui demande une étude approfondie que j'ai d'ailleurs soin de poursuivre.

Paris. — Imprimerie de Cosson et Comp., rue du Four-Saint-Germain, 43.

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE.

ÉTAT DE LA SOCIÉTÉ AU 1er FÉVRIER 1861.

PREMIÈRE SECTION (SCIENCES MATHÉMATIQUES).

Membres honoraires.

	NOMS DES MEMBRES.	DATE DE L'ÉLECTION.
MM.	Biot (Jean-Baptiste)	2 févr. 1804
	Duhamel (Jean-Marie-Constant)	22 janv. 1831
	Lamé (Gabriel)	25 août 1832
	Liouville (Joseph)	25 août 1832
	Vincent (A.-R.-H.)	25 août 1832
	Duperrey (Louis-Isidore)	11 avril 1835
	Perdonnet (Auguste)	16 mai 1835
	Séguier (Armand-Pierre)	2 avril 1836
	Combes (Charles)	9 avril 1836
	Dausse	25 févr. 1837
	Bienaymé (Irénée-Jules)	17 janv. 1838
	Blanchet (Pierre-Henri)	16 févr. 1839
	Catalan (Eugène-Charles)	24 mai 1840
	Transon (Abel)	11 juillet 1840
	Bertrand (J.)	16 janv. 1843
	Breguet (Louis)	4 févr. 1843
	Barré de Saint-Venant (M.)	2 déc. 1843
	Le Verrier (Urbain-Jean-Jacques)	24 juillet 1844
	Dortet de Tessan (Urbain)	7 juin 1845
	Serret (Joseph-Alfred)	14 févr. 1846
	Villarceau (Yvon)	30 mai 1846
	Hermite (Charles)	24 juillet 1847
	Bonnet (Pierre-Ossian)	20 juillet 1848

PREMIÈRE SECTION (SCIENCES MATHÉMATIQUES).

Membres titulaires.

	NOMS DES MEMBRES.	DATE DE L'ÉLECTION.
MM.	1. Faye (Hervé-Aug.-Étienne-Albans). .	4 mai 1848
	2. Lechatelier (Louis)	10 févr. 1849
	3. Laboulaye (Charles)	10 janv. 1852
	4. Briot (Ch.-Aug.-Albert)	21 févr. 1852
	5. Puiseux (M.-V.)	2 avril 1853
	6. Bresse (Charles)	16 juin 1855
	7. Bouquet (Jean-Claude)	14 mars 1857
	8. Serret (Paul)	12 févr. 1859
	9. Bour (Jacques)	7 avril 1860
	10. Phillips (Édouard)	19 mai 1860
	11. Haton de la Goupillière (J.-Napoléon).	2 juin 1860
	12. Mannheim (Amédée)	2 juin 1860
	13. Laussedat (Aimé)	24 nov. 1860
	14. Brunner (Jean)	5 janv. 1861
	15.	

DEUXIÈME SECTION (SCIENCES PHYSIQUES).

Membres honoraires.

	NOMS DES MEMBRES.	DATE DE L'ÉLECTION.
MM.	Chevreul (Michel-Eugène)	14 mai 1808
	Despretz (César-Mansuète)	23 mai 1820
	Pouillet (Claude)	6 avril 1822
	Becquerel (Antoine-César)	27 avril 1823
	Dumas (Jean-Baptiste)	26 févr. 1825
	Bussy (Antoine-Alexandre-Brutus)	11 août 1827
	Babinet (Jacques)	1 mars 1828
	Élie de Beaumont (J.-Bapt.-A.-L.-Léonce)	5 déc. 1829
	Payen (Anselme)	18 janv. 1832
	Gaulthier de Claubry (H.-F.-G.)	25 août 1832
	Pelouze (Théophile-Jules)	7 mars 1835
	Péligot (Eugène)	28 mars 1835
	Desnoyers (Jules)	18 avril 1835
	Frémy (Edmond)	6 févr. 1836
	Boussingault (Jean-Bapt.)	27 févr. 1836
	Delafosse (Gabriel)	17 déc. 1836
	Regnault (Louis-Victor)	28 févr. 1838
	Lecanu (L.-R.)	30 juin 1838
	Caligny (Anatole de)	6 avril 1839
	Cahours (Auguste)	26 juin 1839
	Guérard (Jac.-Alphonse)	6 juillet 1839
	Walferdin (François-Hippolyte)	20 mars 1841
	Balard (Antoine-Jérôme)	24 juillet 1841
	Becquerel (Edmond)	21 août 1841
	Sainte-Claire Deville (Henri-Étienne)	9 avril 1842
	Burat (Amédée)	11 avril 1846
	Hervé de la Provostaye (Joseph)	10 déc. 1842
	Archiac (Étienne-Jules-Adolphe d')	8 juillet 1843
	Desains (Paul)	31 mai 1845
	Bravais (Auguste)	21 juin 1845
	Verneuil (Philippe-Édouard de)	28 juin 1845
	Silbermann (Jean-Thiébault)	20 déc. 1845
	Leblanc (Félix)	17 janv. 1846
	Sainte-Claire Deville (Charles-Joseph)	24 avril 1847
	Würtz (Adolphe)	8 janv. 1848
	Jamin (Jules)	24 févr. 1849
	Persoz (Jules-M.)	9 févr. 1850

DEUXIÈME SECTION (SCIENCES PHYSIQUES).

Membres titulaires.

	NOMS DES MEMBRES.	DATE DE L'ÉLECTION.
MM.	1. Thenard (Bon Paul)	13 juin 1846
	2. Fizeau (Hipp.-Louis)	20 janv. 1849
	3. Jacquelain (Victor-Auguste)	29 juillet 1849
	4. Foucault (Léon)	15 déc. 1849
	5. Delesse (Achille)	22 nov. 1851
	6. Verdet (Marcel-Émile)	29 nov. 1851
	7. Barral (Jean-Augustin)	13 déc. 1851
	8. Descloizeaux (A.)	1 mai 1852
	9. Cloëz (François-Stanislas)	22 mai 1852
	10. Desains (Édouard)	12 juin 1852
	11. Damour (Auguste-Alexis)	12 mars 1853
	12. Salvetat (Louis-Alphonse)	23 avril 1853
	13. Viquesnel (A.)	21 mai 1853
	14. Berthelot (Pierre-Eugène-Marcellin)	9 mars 1855
	15. Regnauld (Jules)	27 févr. 1858
	16. Du Moncel (Vte Théodose)	4 mai 1860
	17. Bouis (Jules)	28 juin 1860
	18. Almeida (Joseph-Charles d')	4 août 1860
	19. Riche (Alfred)	24 nov. 1860
	20. Gaugain (Jean-Mothée)	12 janv. 1861
	21.	
	22.	
	23.	
	24.	
	25.	

TROISIÈME SECTION (SCIENCES NATURELLES).

Membres honoraires.

	NOMS DES MEMBRES	DATE DE L'ÉLECTION.
MM.	Cloquet (Jules-Germain)	22 janv. 1820
	Serres (Étienne-Renaud-Augustin)	3 mars 1821
	Brongniart (Adolphe-Théodore)	10 févr. 1825
	Adelon (Nicolas-Philibert)	4 juin 1825
	Huzard (Jean-Baptiste)	26 févr. 1826
	Villermé (Louis-René)	25 août 1832
	Milne-Edwards (Henri)	31 févr. 1835
	Roulin (François)	14 mars 1835
	Decaisne (Joseph)	21 mars 1835
	Deshayes (P.-G.)	4 avril 1835
	Montagne (Jean-François-Camille)	18 avril 1835
	Velpeau (Alfred-Armand-Louis-Marie)	25 avril 1835
	Poiseuille	9 mai 1835
	Valenciennes (Achille)	20 févr. 1836
	Vilmorin (P.-And.-Ph. de)	23 avril 1836
	Léveillé (Joseph)	16 déc. 1837
	Doyère (Louis-Michel)	9 févr. 1839
	Quatrefages (Jean-Louis-Armand de)	4 déc. 1841
	Guillot (Natalis)	27 févr. 1845
	Longet (François-Achille)	14 juin 1845
	Duchartre (M. P.)	12 juillet 1845
	Blanchard (Émile)	10 janv. 1846
	Robin (Charles)	5 déc. 1846
	Tulasne (Louis-René)	26 déc. 1846
	Lucas (Pierre-Hippolyte)	3 avril 1847
	Weddell (Hugues-A.)	14 juillet 1849
	Giraldès (Joachim-Albin)	17 nov. 1849

TROISIÈME SECTION (SCIENCES NATURELLES).

Membres titulaires.

	NOMS DES MEMBRES.	DATE DE L'ÉLECTION.
MM.	1. Bernard (Claude)	16 janv. 1847
	2. Germain de Saint-Pierre (Ernest)	5 janv. 1850
	3. Duméril (Auguste)	6 déc. 1851
	4. Lemaout (Emmanuel)	31 janv. 1852
	5. Gratiolet (Pierre)	30 avril 1853
	6. Dareste (Camille)	10 juin 1855
	7. Pucheran (Jacques)	7 juillet 1856
	8. Prillieux (Édouard)	20 déc. 1856
	9. Hiffelsheim	7 juin 1857
	10. Moreau (Armand-François)	28 avril 1860
	11. Marey (Jules-Étienne)	19 mai 1860
	12. Gerbe (J.-J.-Zéphyrin)	16 juin 1860
	13. Hupé (Louis-Hippolyte)	16 juin 1860
	14. Baillarger	28 juillet 1860
	15. Cosson (Ernest-Saint-Charles)	8 déc. 1860
	16.	
	17.	
	18.	
	19.	
	20.	

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE.

LISTE DES CORRESPONDANTS, PAR ORDRE D'ADMISSION

Pour faire suite à la liste publiée le 1er janvier 1832.

NOMS.	DATE DE L'ÉLECTION.	RÉSIDENCE.
MM. Fernandez Pinheiro (J.-F.).	18 août 1832	Rio-Janeiro.
Kuhn.	8 déc.	Munich.
Bérard.	Id.	Montpellier.
Lombard.	15 mars 1834	Genève.
Van Reusselaer.	29 mars 1834	New-York.
Delezenne	19 avril 1834	Lille.
Sylvestre fils.	14 févr. 1835	
Michaux.	Id.	
Pontécoulant (de).	9 janv. 1836	
Abich.	6 févr. 1836	Saint-Pétersbourg.
Owen.	20 févr. 1836	Londres.
Bell Thomas	Id.	
Lherminier.	10 déc. 1836	
Agardh.	7 janv. 1837	Lund (Scanie)
Brugnelli.	18 févr. 1837	Parme.
Delanoue (Jules).	25 févr. 1837	Raismes (Nord).
Mandl (Louis).	11 mars 1837	
Capocci (Ernest).	25 mars 1837	Naples.
Hodgkin (docteur).	1 avril 1837	Londres.
Harlan (docteur).	8 juill. 1837	Philadelphie.
Notaris.	18 nov. 1837	Turin.
Malaguti.	25 nov. 1837	Rennes.
Mateucci.	2 déc. 1837	Pise.
Despine fils.	24 mars 1838	Aix (Savoie).
Agassiz.	21 avril 1838	États-Unis d'Amérique.
Sismonda (Aug.).	7 juill. 1838	Turin.
Nordmann.	12 janv. 1839	Odessa.
Eschricht.	12 janv. 1839	Copenhague.
Fournet	10 mars 1839	Lyon.
Jourdan	Id.	Id.
Eudes Deslongchamps. . .	Id.	Caen.
Macquart.	Id.	Lille.

NOMS.	DATE DE L'ÉLECTION.	RÉSIDENCE.
MM. Notaris (de)	14 déc. 1839	Genève.
Peters	2 août 1840	Berlin.
Van Beneden	23 août 1840	Louvain.
Reynaud	23 janv. 1841	
Bowman	3 juill. 1841	Londres.
Plateau	Id.	Gand.
Costa	10 juill. 1841	Naples.
Parlatore (Phil.)	17 juill. 1841	Florence.
Schwan	31 juill. 1841	Louvain.
Waterhouse	7 mai 1842	Londres.
Hope	28 mai 1842	Id.
Westwood	Id.	Id.
Sismonda (Eugène)	4 juin 1842	Turin.
Ivan Simonoff	7 août 1842	Kazan.
Lovën	Id.	Stockholm.
Malmstein	Id.	Upsal.
Newport	10 déc. 1842	Londres.
Miranda e Castro (A.-M. de)	6 mai 1843	Rio-Janeiro.
Selys Longchamps (de)	20 mai 1843	Liége.
Lereboulet	15 juin 1843	Strasbourg.
Daubrée	1 juin 1844	Id.
Vogt	5 déc. 1844	Genève.
Lebert	22 févr. 1845	Zurich.
Durand	3 mai 1845	
Pappenheim	7 juin 1845	Breslau.
Lewy	21 juin 1845	
Newbold (T.-J.)	16 août 1845	Madras.
Brullé	23 août 1845	Dijon.
Gray	16 mars 1846	Londres.
Krohn	Id.	Hambourg.
Gervais (Paul)	23 mai 1846	Montpellier.
Melsens (Louis)	30 janv. 1847	Bruxelles.
Faure	Id.	Gap.
Desor	27 févr. 1847	Neufchâtel (Suisse).
Joachimsthal	3 juill. 1847	Berlin.
Dana	31 juill. 1847	New-Haven.
Hind	29 nov. 1847	Londres.
William Roberts	18 déc. 1847	Dublin.
Michaël Roberts	Id.	Id.
Abria	5 févr. 1848	Bordeaux.
Figuier (L.)	18 mars 1848	
Schimper (W.-P.)	25 mars 1848	Strasbourg.
Graham (Thomas)	20 mai 1848	Londres.
Lassell	25 nov. 1848	Liverpool.
Bond	2 déc. 1848	Cambridge (États-Unis).

NOMS.	DATE DE L'ÉLECTION.	RÉSIDENCE.
MM. Borchard	9 déc. 1848	Berlin.
Gasparis (de)	11 août 1849	Naples.
Chancel	17 mars 1849	Montpellier.
Hoffmann	13 avril 1850	Londres.
Piria	Id.	Turin.
Stas	20 avril 1850	Bruxelles.
Kopp (Hermann)	11 mai 1850	Giessen.
Martins (Ch.)	12 juill. 1851	Montpellier.
Boutigny	26 juill. 1851	
Carus (Victor)	22 nov. 1851	Leipsig.
Brame	6 déc. 1851	Tours.
Sylvester	10 janv. 1852	Londres.
Van der Hœven	17 janv. 1852	Leyde.
Brown-Sequard	21 févr. 1852	New-York.
Planchon	Id.	Montpellier.
Hegmann	3 avril 1852	Lille.
Padula	18 déc. 1852	Naples.
Lacaze-Duthiers	12 mars 1853	Lille.
Koninck (de)	26 mars 1853	Liége.
Clos (Dominique)	25 juin 1853	Toulouse.
Kronecker (Léopold)	1 juill. 1854	Liegnitz (Prusse).
William B. Carpenter	11 nov. 1854	Londres.
Favre (Pierre-Ant.)	9 déc. 1854	Marseille.
Gloesener	23 févr. 1856	Liége.
Trécul	14 nov. 1857	
Saussure (de)	23 oct. 1858	Genève.
John Tyndall	13 mars 1859	Londres.
Maxwell-Leyte	5 juin 1859	Bagnères-de-Luchon.
Morelet	26 juin 1859	Dijon.
Faivre	7 avril 1860	Lyon.
Lartet	14 juill. 1860	
Vrolik	5 janv. 1861	Amsterdam.

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS

FONDÉE EN 1788.

LISTE DES ANCIENS MEMBRES.

1861.

NOMS DES MEMBRES.	DATE DE L'ÉLECTION.	DATE DU DÉCÈS.
MM. Audirac (Jacques-Joseph) . . .	10 déc. 1788	 1790
Brongniart (Alexandre)	10 déc. 1788	7 oct. 1847
Broval.	10 déc. 1788	. . . . .
Petit.	10 déc. 1788	7 juill. 1811
Riche (Claude-Ant.-Gaspard).	10 déc. 1788	5 sept. 1797
Sylvestre (Augustin-François).	10 déc. 1788	4 août 1851
Bellot	9 nov. 1789	. . . . .
Guilbert.	9 nov. 1789	. . . . .
Vauquelin (Nicolas-Louis) . . .	9 nov. 1789	15 nov. 1829
Seguin (Armand-Jean-Franç.).	24 mars 1790	23 janv. 1835
Bouvier	22 mai 1790	27 déc. 1827
Marsillac.	7 mars 1791	. . . . .
Robillard.	28 mars 1791	. . . . .
Chappe (Claude).	31 déc. 1791	23 janv. 1805
Garnier (Jean-Jacques).	4 avril 1791	21 févr. 1803
Lair	9 mai 1791	. . . . .
Bonnard	13 juin 1791	 1797
Coquebert (Antoine-Jean) . . .	27 juin 1791	6 avril 1828
Coquebert (Romain)	27 juin 1791	. . . . .
Lucas	20 août 1791	. . . . .
Gillot.	2 févr. 1792	. . . . .
Plé.	23 févr. 1792	. . . . .
Bruley.	7 avril 1792	. . . . .
Vié	2 juin 1792	 1806
Lacroix (Jean-Alexandre). . . .	1 déc. 1792	. . . . .
Coquebert de Montbret (C.-E.).	14 mars 1793	9 avril 1831
Gillet-Laumont (F.-Nicolas) . .	28 mars 1793	1 juin 1834
Millin (Aubin-Louis).	25 avril 1793	14 août 1818
Benon	25 avril 1793	. . . . .

NOMS DES MEMBRES.	DATE DE L'ÉLECTION.	DATE DU DÉCÈS.
MM. Baillet	25 avril 1793	
Berthollet (Claude-Louis)	14 sept. 1793	6 nov. 1822
Lavoisier (Antoine-Laurent)	14 sept. 1793	8 avril 1794
Fourcroy (Ant.-François)	14 sept. 1793	16 déc. 1809
Vicq d'Azyr (Félix)	14 sept. 1793	20 juin 1794
Hallé (Jean-Noël)	14 sept. 1793	11 févr. 1822
Ventenat (Étienne-Pierre)	14 sept. 1793	13 août 1808
Lefèvre-Gineau (Louis)	14 sept. 1793	3 févr. 1829
Leroy (Jean-Bapt.)	21 sept. 1793	21 janv. 1800
Lamarck (J.-B.-P.-Antoine)	21 sept. 1793	18 déc. 1829
Lelièvre (Claude-Hugues)	21 sept. 1793	18 oct. 1835
Monge (Gaspard)	28 sept. 1793	18 juill. 1818
Prony (Gaspard-Clair-Riche de)	28 sept. 1793	29 juill. 1839
Jumelin (J.-B.)	28 sept. 1793	25 sept. 1807
Laplace (Pierre-Simon)	3 nov. 1793	5 mars 1827
D'Arcet (Jean)	3 nov. 1793	13 févr. 1801
Deyeux (Nicolas)	13 nov. 1793	27 avril 1837
Pelletier (Bertrand)	13 nov. 1793	21 juill. 1797
Richard (Louis-Claude)	13 nov. 1793	6 juin 1821
Lacroix (Sylvestre-François)	13 déc. 1793	24 mai 1843
Léveillé (Jean-Bapt.-François)	13 déc. 1793	13 mars 1829
Haüy (René-Just)	10 août 1794	1 juin 1822
Tonnellier	31 juill. 1794	
Duvillars (Emmanuel-Étienne)	19 sept. 1794	
Mozart	19 sept. 1794	
Tedenat	19 sept. 1794	4 nov. 1832
Girod-Chantran (Justin)	25 oct. 1794	1 avril 1841
Berthoud (Fréd.)	24 nov. 1794	20 juin 1807
Bosc (Louis-Augustin-Guill.)	13 janv. 1795	10 juill. 1828
Geoffroy-St-Hilaire (Étienne)	13 janv. 1795	19 juin 1844
Cuvier (Georges)	23 mars 1795	13 mai 1832
Sédillot (J.-J.-Ernest)	23 janv. 1796	1832
Daubenton (Louis-Jean-Marie)	3 mars 1796	31 déc. 1800
Miché	3 mars 1796	
Duhamel (Guillot J. P.-Franç.)	13 mars 1796	
Teulère	1 juill. 1796	
Macquart (L.-C.-Henri)	1 juill. 1796	1808
Duméril (André-Marie-Const.)	20 août 1796	14 août 1860
Larrey (Dominique-Jean)	24 sept. 1796	25 juill. 1842
Collet-Descotils (Hipp.-L.-V.)	24 nov. 1796	
Duchesne (Antoine-Nicolas)	3 janv. 1797	1827
Bouillon-Lagrange(E.-J.-Bapt.)	2 févr. 1797	23 août 1844
Lasteyrie (Ch.-Philibert de)	2 mai 1797	5 nov. 1849
Alibert (Jean-Louis)	21 juin 1797	4 nov. 1837
Adet (Pierre-Auguste)	31 juill. 1797	
Trémery	20 août 1797	

NOMS DES MEMBRES.	DATE DE L'ÉLECTION.	DATE DU DÉCÈS.
MM. Dillon	4 nov. 1797	1807
Pajot-Descharmes	14 nov. 1797	
Blavier	1797	
Lacépède (Bern.-G.-Ét. de)	1 juin 1798	6 oct. 1825
Moreau (Jacques-Louis)	1 juin 1798	1826
Chaptal (Jean-Antoine)	21 juill. 1798	30 juill. 1832
Olivier (Guillaume-Antoine)	11 juin 1799	1 oct. 1814
Daudin (François-Marie)	1 juill. 1799	3 déc. 1804
Bichat (M.-F.-Xavier)	11 juill. 1799	22 juill. 1802
Butet	12 févr. 1800	
De Candolle (Augustin-Pyrame)	5 oct. 1800	9 sept. 1841
Deleuze (J.-Ph.-François)	21 juin 1801	20 nov 1835
Brochant de Villiers (A.-J.-M.)	1 juill. 1801	16 mai 1840
Costaz (Louis)	9 sept. 1801	15 févr. 1842
Cuvier (Frédéric)	17 déc. 1802	24 juill. 1838
Thénard (Louis-Jacques)	12 févr. 1803	21 juin. 1857
Brisseau de Mirbel (Ch.-Franç.)	11 mars 1803	12 sept. 1854
Lancret	28 nov. 1804	5 déc. 1807
Poisson (Siméon-Denis)	5 déc. 1804	25 avril 1840
Conté (Nicolas-Jacques)	27 févr. 1805	6 déc. 1805
Richerand (Balth.-Anthelme)	25 mars 1805	25 janv. 1840
Gay-Lussac (Louis-Joseph)	25 mars 1805	9 mai 1850
Péron (François)	25 mars 1805	14 déc. 1810
Savigny (Marie-Jules-César)	25 mars 1805	5 oct. 1851
Bonpland (Alexandre-Aimé)	11 janv. 1806	4 mai 1858
Correa de Serra (J.-François)	11 janv. 1806	11 sept. 1823
Dupuytren (Guillaume)	11 janv. 1806	8 févr. 1835
Hachette (Jean-Nicolas-Pierre)	24 janv. 1807	16 janv. 1834
Delaroche (François-Étienne)	24 janv. 1807	23 déc. 1813
Berthollet (Amédée)	24 janv. 1807	1814
Ampère (André-Marie)	7 févr. 1807	10 juin 1836
D'Arcet (Jean-Pierre-Joseph)	7 févr. 1807	2 août 1844
Girard (Pierre-Simon)	19 déc. 1807	30 nov. 1836
Dupetit-Thouars (Aubert)	16 janv. 1808	12 mai 1831
Pariset (Étienne)	14 mai 1808	3 juill. 1847
Duvernoy (Georges-Louis)	6 janv. 1810	1 mars 1855
Malus (Étienne-Louis)	14 avril 1810	24 févr. 1812
Arago (Domin.-François-Jean)	14 avril 1810	2 oct. 1853
Nysten (Pierre-Hubert)	14 avril 1810	3 mars 1817
Laugier (André)	14 avril 1810	18 avril 1832
Roard	14 avril 1810	
Puissant (Louis)	16 mai 1810	10 janv. 1843
Desmarest (Antoine-Gaston)	9 févr. 1811	4 juin 1838
Legallois (César-Julien-Jean)	23 févr. 1811	fév. 1814
Guersent	9 mars 1811	23 juin 1848
Ducrotay de Blainville (Hilaire)	29 févr. 1812	1 mai 1850

NOMS DES MEMBRES.	DATE DE L'ÉLECTION.	DATE DU DÉCÈS.
MM. Binet (Jacques-Pierre-Marie) . .	14 mars 1812	21 mai 1856
Dulong (Pierre-Louis)	21 mars 1812	19 juill. 1838
Bonnard (Aug.-Henri de). . . .	28 mars 1812	6 janv. 1857
Magendie (François)	10 avril 1813	7 oct. 1855
Lucas (J.-And.-Henri)	5 févr. 1811	6 fév. 1825
Lesueur (Charles-Alix).	12 mars 1814	12 déc. 1846
Montègre (Antoine-Jean de). .	9 avril 1814	4 sept. 1818
Cauchy (Augustin-Louis). . . .	31 déc. 1814	23 mai 1857
Clément.	13 janv. 1816	 1856
Leman (Dominique-Sébastien).	3 févr. 1816	28 fév. 1829
Cassini (Alex.-Henri-Gabriel). .	17 févr. 1816	16 avril 1832
Fourier (Joseph).	7 févr. 1818	16 mai 1830
Beudant (François-Sulpice). . .	14 févr. 1818	9 déc. 1850
Petit (Alexis-Thérèse).	21 févr. 1818	21 juin 1820
Robiquet (Pierre-Jean).	18 avril 1818	29 avril 1840
Edwards (William-Ferd.) . . .	25 avril 1818	23 juill. 1842
Pelletier (Joseph)	2 mai 1818	19 juill. 1842
Cloquet (Joseph-Hippolyte). . .	9 mai 1818	4 mars 1840
Fresnel (Augustin-J.).	3 avril 1819	14 juill. 1827
Navier (Claude-Louis-Marie). .	13 mai 1819	21 août 1836
Béclard (Pierre-Auguste). . . .	26 juin 1819	16 fév. 1825
Francœur (Louis-Benjamin). .	17 févr. 1821	15 déc. 1849
Turpin (Pierre-Jean-François).	24 févr. 1821	1 mai 1840
Richard (Achille).	10 mars 1821	5 oct. 1852
Audouin (Jean-Victor)	19 mai 1821	9 nov. 1841
Prevost (Louis-Constant). . . .	19 janv. 1822	16 août 1856
Breschet (Gilbert)	1 juin 1822	10 mai 1845
Auguste de Saint-Hilaire. . . .	31 mai 1823	30 sept. 1853
Savary (Félix).	12 févr. 1825	15 juill. 1841
Savart (Félix).	19 févr. 1825	16 mars 1841
Dejean (P.-F.-M.-A.)	2 avril 1825	17 mars 1845
Jussieu (Adrien-Henri-Laurent).	16 avril 1825	30 juin 1853
Eyries (Jean-Baptiste-Benoît).	25 févr. 1826	13 juin 1846
Brué (Adrien-Hubert)	25 févr. 1826	16 juill. 1832
Villot (E.)	25 févr. 1826	 1838
Soulange-Bodin (Étienne) . . .	25 févr. 1826	23 juill. 1846
Dupont.	25 févr. 1826	 1846
Bourdon (Pierre-Marie).	5 mai 1827	15 mars 1854
Bérard (Pierre-Honoré).	8 mars 1828	11 nov. 1859
Serrulas (Georges-Simon) . . .	7 mars 1829	25 mai 1832
Dufrénoy (Pierre-Armand). . .	6 juin 1829	20 mars 1857
Coriolis (Gustave-Gaspard). . .	24 juill. 1830	19 sept. 1843
Sturm (Charles-François). . . .	5 févr. 1831	18 déc. 1855
Guillemin (Antoine)	19 févr. 1831	15 janv. 1842
Olivier (Théodore).	18 août 1832	8 août 1853
Puillon-Boblaye (Louis).	25 août 1832	4 déc. 1843

NOMS DES MEMBRES.	DATE DE L'ÉLECTION.	DATE DU DÉCÈS.
MM. Cagniard-Latour (Charles). . .	21 févr. 1835	5 juill. 1859
Gambey (Henri-Prudent). . . .	14 mars 1835	28 janv. 1847
Péclet (Jean-Claude-Eugène). .	4 avril 1835	8 déc. 1857
D'Orbigny (Alcide-Ch.-V.-M.).	11 avril 1835	30 juin 1857
Parent-Duchâtelet (A.-J.-B.). .	25 avril 1835	7 mars 1836
Guérin-Varry (Théophile) . . .	2 mai 1835	 1854
Leclerc-Thouin (Oscar)	16 mai 1835	5 janv. 1845
Lévy (Armand)	23 mai 1835	26 juin 1841
Dujardin (Félix).	27 févr. 1836	8 avril 1860
Gaudichaud (Charles)	9 mai 1836	16 janv. 1854
Peltier (Jean-Ch.-Athanase). .	30 juin 1836	27 oct. 1845
Leblond (Ch.-Hipp.-Gabriel) . .	14 mars 1837	22 mars 1838
Voltz (Louis-Philippe)	25 mars 1837	15 janv. 1840
Laurillard (Charles-Léopold). .	14 avril 1837	28 janv. 1853
Roissy (Aug.-Félix-Pierre de).	9 déc. 1837	17 mai 1843
Blandin (Frédéric).	30 mars 1839	16 avril 1849
Bibron (Gabriel).	20 mai 1840	27 mars 1848
Masson (Antoine-Philibert). . .	18 déc. 1841	1 déc. 1860
Laurent (Jean-Louis-Maur). . .	31 déc. 1841	30 janv. 1854
Rozet (Claude-Antoine).	18 févr. 1843	10 août 1858
Ebelmen (Jacq.-Joseph)	28 mai 1843	31 mars 1852
Wantzel (L.).	24 juin 1843	21 févr. 1845
Lallemand (Claude-François). .	10 avril 1845	23 juill. 1854
Gerdy (Pierre-Nicolas).	30 nov. 1845	18 mars 1856
Haime (Jules).	10 avril 1852	27 sept. 1856
Wertheim (Guillaume).	4 déc. 1852	20 janv. 1861
Goujon (Jean-Jacq.-Émile). . .	28 juin 1853	28 oct. 1856
Vilmorin (P.-Louis-Franç. de).	25 nov. 1854	22 mars 1860

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01526 6687